



Nr. inw. 2696

Szafa: 3

Półka: 4



2696

K. 27/53

20,

*Handwritten in red ink:*  
Kaufmann

Zr

*Faint handwritten text:*  
Sammelt  
et. J. 1800 m. 8







BOTANIKA MIKROSKOPOWA.







EDWARD STRASBURGER

# KRÓTKI PRZEWODNIK

DO ZAJĘĆ PRAKTYCZNYCH

# Z BOTANIKI MIKROSKOPOWEJ

WYDANIE DRUGIE

WEDŁUG IX-GO NIEMIECKIEGO WYDANIA

PRZEROBIL I UZUPEŁNIŁ

TADEUSZ KOŁODZIEJCZYK



1924

WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE



2696

M. A R C T — ZAKŁADY WYDAWNICZE  
Sp. Akc. w Warszawie.

WARSZAWA, Księgarnia, Nowy-Świat 35.

ODDZIAŁY i PRZEDSTAWICIELSTWA:

DROHOBYCZ, Księg. Naukowa, gmach Sokoła.  
GDAŃSK, Tow. „Ruch“, Rynek Kaszubski.  
KATOWICE, Księgarnia Polska, Poprzeczna 2.  
KRAKÓW, Księgarnia Jagiellońska, Wiślna 3.  
L I D A, Księgarnia Wojskowa, Suwalska 46.  
L U B L I N, M. Arct i S-ka, Krak.-Przedm. 17.  
L W Ó W, Księgarnia Naukowa, Zimorowicza 17.  
Ł Ó D Ź, M. Arct i S-ka, Piotrkowska 105.  
P O Z N A Ń, M. Arct, Księgarnia, plac Wolności 7.  
R Ó W N E, Księgarnia Naukowa, Szosowa 27.  
W I L N O, Księg. Stow. Naucz. Pol., Królewska 1.



## PRZEDMOWA DO II-go WYDANIA POLSKIEGO.

Pierwsze wydanie polskie niniejszej książki ukazało się przed 36 laty w oryginalnem opracowaniu autora, wydanem nakładem kasy imienia D-ra J. Mianowskiego (Biblioteka przyrodnicza „Wszechświata”). Jednakże tylko niewielka ilość egzemplarzy rozeszła się po świecie, większość bowiem nakładu została zniszczona przez pożar. Niniejsze II-gie różni się bardzo znacznie od poprzedniego i jest właściwie wiernym przekładem IX-go niemieckiego wydania, choć w tych miejscach, gdzie się dało, zachowałem tekst I-go wydania, jak również zatrzymałem terminologję <sup>1)</sup>.

Książka niniejsza nie potrzebuje rekomendacji. Doczekała się ona 9-ciu wydań niemieckich, przetłumaczono ją prawie na wszystkie języki europejskie. Ponowne wydanie tej książki w języku polskim jest hołdem złożonym dla pamięci autora, jednego z największych botaników polskich ubiegłego stulecia, jak również zapełnieniem poważnej luki w naszym ubogiem piśmiennictwie botanicznem. Przy tłumaczeniu niniejszej książki bardzo poważną trudność stanowił brak ustalonej terminologji. Terminologję przyjętą w niniejszej książce należy uważać za prowizoryczną, za próbę w kierunku jej ustalenia. Chciałbym, by właśnie wydanie niniejszej książki było pobudką do ostatecznego uporządkowania naszej terminologji botanicznej, co miałyby poważne znaczenie dla dalszego rozwoju naszej literatury popularno-naukowej.

*Tłumacz.*

*Warszawa, w styczniu 1924 r.*

---

<sup>1)</sup> Autor podaje ceny przyrządów w markach złotych; ceny te zatrzymałem, dają one bowiem niejaką orientację, co do kosztów związanych z nabywaniem przyrządów, w technice mikroskopowej używanych.



## PRZEDMOWA DO WYDANIA VI-go.

(Wyjątek).

„Krótki przewodnik do zajęć praktycznych z botaniki mikroskopowej” przeznaczony jest dla początkujących. Napisany jest dla tych, którzy, nie mając zamiaru zostania zawodowymi botanikami, chcieliby poglądowo poznać naukowe zasady botaniki. Zajęcia praktyczne z botaniki, z użyciem mikroskopu, stanowią zarazem najlepszy wstęp do zaznajomienia się z techniką mikroskopową, ponieważ operowanie materiałem roślinnym jest znacznie łatwiejsze, niż zwierzęcym. Każdy więc, którego zawód życiowy wymaga znajomości mikroskopu, winien nabyć odnośnych wiadomości przez studjowanie okazów botanicznych.

Przedmiot, który początkujący winien przerobić, jest w niniejszej książce rozdzielony na 32 rozdziały, odpowiednio do ilości dni, w ciągu których przez jeden semestr uniwersytecki ćwiczenia te można przerobić z początkującymi, zmuszonymi do uczęszczania jeszcze i na inne wykłady. Przypuszczam, że każde ćwiczenie praktyczne trwa kilka godzin. W ciągu tego czasu nawet najbardziej niewprawni mogą rozwiązać swoje zadanie w sposób zadowalający. Tylko ostatni rozdział nie da się ująć w tak wąskich ramach, gdyż przedmiot w nim zawarty jest znacznie obszerniej omówiony. Zadania są ułożone w takim porządku, że wymagania, stawiane uczącemu się, pod względem daru obserwacyjnego i zręczności, zwiększają się ciągle i stopniowo. Rozdział I-szy nie wymaga od początkującego żadnych wiadomości o opisywanych tam narzędziach; przeciwnie, przypuszczam, że słuchacz zapoznał się z treścią jednego z nowszych podręczników botaniki, albo też przesłuchał wykłady botaniki ogólnej. Takie przygotowanie umożliwi mu bez obcego współudziału przy pomocy tej książki przerobienie botaniki mikroskopowej, a także techniki mikroskopowej.

Wszystkie rośliny, niezbędne do niniejszych badań, dają się przeważnie wyszukać bez trudności. W wielu wypadkach zwracam uwagę na materiał alkoholowy, aby, o ile można, uniezależnić badania od pory roku, w której daną roślinę dostaniemy w stanie świeżym. Aby nie przeczyć właściwej porze do zebrania potrzebnych tu roślin, w końcu dzieła w osobnym rejestrze zaznaczam czas, w którym rośliny te znajdują się w odpowiednim okresie rozwoju, aby mogły być bądź zaraz badane, al-



## VII

bo włożone do alkoholu. W niniejszem wydaniu tej książki starałem się wyzyskać wszystkie zdobycze wiedzy, porobione od czasu ukazania się V go wydania, jak również dalsze doświadczenia, które miałem sposobność zebrać. Zachowałem układ materiału, który się okazał praktycznym, treść jednak poddałem dokładnej krytyce, pozmieniałem tekst wszędzie tam, gdzie mi się to wydawało pożądane, szereg rysunków zastąpiłem innymi.

W nagłówku każdego rozdziału wyliczone są rośliny, potrzebne do badań, a także wymienione niezbędne odczynniki, które należy przygotować przed rozpoczęciem pracy. Ponieważ liczne przedmioty do badań wymagają specjalnego traktowania, wskazanem jest przenoszenie materiału alkoholowego na dzień przedtem do mieszaniny alkoholu z gliceryną; materiał taki daje się lepiej krajać i dlatego trzeba w odpowiednim czasie zastosować się do uwag, podanych w nagłówku każdego rozdziału.

W spisie ogólnym nie ograniczyłem się tylko do wyliczenia mikro-technicznych środków pomocniczych zamieszczonych w tekście, ale raczej w pewnych granicach powiększyłem dane, aby odpowiedzieć wszelkim usprawiedliwionym wymaganiom. Dla pewnych odczynników uważałem za wskazane podanie sposobu ich przygotowania; zwracam jednak uwagę, że naogół początkujący lepiej zrobi, gdy nabędzie je w stanie gotowym.

Użycie narzędzi, jak również zastosowanie odczynników, początkujący nabywa w ciągu swej pracy, przeto wiadomości o nich rozproszone są w tekście. Ogólny spis jest wszakże tak szczegółowy, a zwłaszcza w nowem wydaniu uległ takiemu rozszerzeniu, że uczący się z łatwością znajdzie wszystkie potrzebne wiadomości.

Rysunki do niniejszego dzieła rysowałem z natury. Prawie wszystkie dane tekstu, nawet dotyczące rzeczy znanych, opierają się na własnych badaniach.

Wkońcu uważam za stosowne przypomnieć wszystkim początkującym, żeby przy ewentualnem nabywaniu narzędzi podawali rok wydania katalogu, według którego dokonywają zamówienia. Jest to konieczne z tego względu, że liczby i oznaczenia przedmiotów ulegają w zakładach częstym zmianom.

*Edward Strasburger.*

*Bonn, w październiku 1908 r.*



## PRZEDMOWA DO WYDANIA IX-go.

Od śmierci Strasburgera „Krótki przewodnik do zajęć praktycznych z botaniki mikroskopowej” wychodzi po raz trzeci. Także i w nowym wydaniu zachowano pierwotny charakter książki i jej dawno wypróbowany podział (porównaj w tym względzie przedmowę do wydania VI-go).

Jednakże w niektórych rozdziałach tekst i rysunki musiały ulec pewnym zmianom, stosownie do wyników badań, osiągniętych w latach, jakie upłynęły od czasu pojawienia się ostatniego wydania. Okoliczność, że na uniwersytetach niemieckich w większym stopniu niż dawniej, semestr zimowy przeznaczono do odrabiania ćwiczeń botaniczno-mikroskopowych, szczególnie wziąłem pod uwagę przy podawaniu roślin, zalecanych do studjowania, o czym można się przekonać z zestawienia materiału do badań, umieszczonego przed każdym rozdziałem.

Co się tyczy rysunków, to zaznaczę tylko tyle, że w niektórych dawniejszych rysunkach porobiono poprawki i dodano kilka nowych. Za te dodatki, jak również za wyposażenie książki, która, pomimo ciężkich warunków, przedstawia się bardzo okazale, jestem obowiązany do wypowiedzenia słów wdzięczności Panu Wydawcy. Dziękuję również moim asystentom, pp. Dr. Riede i G. Eberle za ich cenną współpracę.

Życzyłbym sobie, aby i to nowe wydanie, podobnie jak wszystkie dawniejsze, znalazło takie same uznanie i okazało się również pożytecznym.

*Max Koernicke.*

*Bonn, w sierpniu 1921 r.*



## WSTĘP.

Wybór mikroskopu. Statyw. Obiektyw. Okulary. Mikroskop do preparowania. Pryzmaty odwracające obraz i okulary. Lupy. Przyrządy do rysowania. Mikrometr. Stół do pracy. Oświetlenie. Szkiełka przykrywkowe i przedmiotowe. Inne narzędzia. Krajanie przedmiotów. Pudełka do preparatów. Odczynniki.

Słuchacz uniwersytetu znajdzie w zakładach botanicznych większości uniwersytetów potrzebne do swych zajęć narzędzia. Osobom nie uczęszczającym do takich zakładów, jako też tym, co życzą sobie w każdym razie posiadać własny mikroskop, proponuję jedną z wyżej wymienionych kombinacyj, ułożonych wedle najnowszych optycznych katalogów.

Karol Zeiss, zakłady optyczne w Jenie, katalog „Mikro” 184 (1913). Statyw V A albo V B; grubsze nastawienie zapomocą koła zębatego (rys. Nr. 4) z poczwórnym, a na specjalne życzenie podwójnym rewolwerem z achromatycznymi obiektywami (systemy soczewek, systemy B i D) i okularami Huyghensa 2, 4 i 5. Mikroskop ten daje powiększenia od 54 do 550 i kosztuje z 3 przesuwaniem i przeponami na statywie 183,10 marek, a z przeponą irysową 15 marek więcej. Ten sam mikroskop dający się przeginać 10 marek drożej.

Ktoby chciał zaopatrzyć później swój mikroskop w systemy immercyjne, albo też apochromaty, musi odrazu zaopatrzyć się w większy statyw. Z przyrządów firmy Zeissa mogę polecić statyw III D (podobny rys. 5), który bez obiektywów, okularów i przepony cylindrycznej kosztuje 200 marek. Górna część tego statywu daje się przeginać; posiada on stały, okrągły stolik przedmiotowy o średnicy 11 centymetrów, który daje się poruszać zapomocą dwóch śrub. Grubsze nastawienie uskutecznia się kołem zębatym, a dokładne zapomocą z boku umieszczonej śruby mikrometrycznej, której główka zaopatrzona jest w podziałki. Statyw ten posiada urządzenie umożliwiające późniejsze uzupełnienie stolika przedmiotowego i przyrządu do oświetlania. Obiektywy A i D i trzy okulary 2, 4 i 5 podnoszą cenę mikroskopu o 83 marki. Kto się nie obawia zbyt wielkich wydatków, najlepiej uczyni, zaopatrując się odrazu w przyrząd oświetlający Abbégo, jak również soczewki apochro-



matyczne i okulary kompensacyjne; będzie wtedy rozporządzał mikroskopem, odpowiadającym wymaganiom najwyższej stawianym, jakie dzisiejsza technika optyczna zadowolić może. Wystarczy apochromatyczny obiektyw o 8,0 mm. w cenie 93 mk. i soczewka apochromatyczna dla immersji jednorodnej o 2,0 mm. z 1,30 liczbową aperturą w cenie 192 marek; do tego należy dołączyć okulary kompensacyjne 2, 4, 8, 12 i 13 w cenie 83 marek. Mikroskop tak zaopatrzony daje powiększenia od 62 do 2250 razy.

Należy zwrócić uwagę, że kombinacja podana na początku: statyw V A albo B o 2 obiektywach i 3 okularach jest zupełnie wystarczająca do przerobienia większości zadań, umieszczonych w niniejszej książce. Aby można było zadośćuczynić wszystkim wymaganiom podczas tych ćwiczeń, należałoby uzupełnić mikroskop silniejszą soczewką achromatyczną, np. systemem suchym F bez oprawy korekcyjnej za 75 marek, albo też immersją wodną J bez oprawy korekcyjnej w cenie 110 marek, albo wreszcie immersją jednorodną  $1/_{12}$  z 1,25 liczbowej apertury w cenie 100 marek. Obiektywy wyżej wymienione dają się dobrze użyć do statywu V A, albo B, zwłaszcza gdy jest on zaopatrzony w przyrząd oświetlający Nr. 11.4310, albo 11.4320, lub też w przeponę irysową w cenie 24, względnie 30 marek. Z temi obiektywami można otrzymać powiększenia od 1260 do 1280. Dla początkującego najodpowiedniejszą będzie immersja jednorodna, która z okulem 2 daje powiększenie 515, z okulem 4—920, z okulem 5—1280.

Przyrządy Zeissa są stosunkowo drogie, wyróżniają się jednak dokładnością i starannością wykonania. Znacznie tańszych i równie dobrych przyrządów, wystarczających do wykonania wszystkich zadań niniejszej książki, dostarczają następujące zakłady optyczne:

Ernest Leitz, Wetzlar, katalog 45 A. Statyw G H, przeginany, z przeponą cylindryczną, podwójnym rewolwerem, z soczewkami 3 i 7 i okularami I i III; powiększenie od 51 do 500. Cena 110 marek. Do grubszych nastawień statyw ten posiada koło zębate; nastawienia dokładniejsze uskuteczniają się śrubą mikrometryczną, umieszczoną z boku. W razie większych wymagań, do tego statywu można dołączyć immersję jednorodną  $1/_{12}$  za 100 marek, która z okulem I daje powiększenia do 525, z okulem III do 840, z okulem IV do 1050 i z okulem V do 1260. Rewolwer na 2 obiektywy podnosi cenę o 15 marek, na 3 obiektywy o 20 marek. Z większych przyrządów tej firmy możnaby polecić statyw C, który z dużym aparatem oświetlającym Abbégo z obiektywami 2, 4, 7, z immersją jednorodną  $1/_{12}$ , z okularami I, III, IV, V i z rewolwerem na 3 obiektywy kosztuje 420 marek. Daje powiększenia od 29 do 1260.

W. i H. Seibert w Wetzlarze, katalog 41, 1920, statyw 4 c, przeci-nany, z przeponą cylindryczną, trzema rozmaitej szerokości diafragma-mi, z obiektywami 2 i 5 i okularami 1 i 3, powiększenie od 71 do 600,



cena 108 marek. Nastawienie grubsze zapomocą koła zębatego. Boczna śruba mikrometryczna. Rewolwer na dwa obiektywy. Powiększenie od 71 do 600 razy. Cena z pudełkiem 118 marek. Do tego np. obiektyw dla immersji jednorodnej  $1/12$  za 100 marek. Powiększenia z okularem 1—610, z okularem 3—1220 razy.

R. Winkiel w Getyndze, katalog 52. Statyw 4, przeginany z kołem zębatem, podwójnym rewolwerem, z obiektywami 3 i 6 i okularami 2 i 4; powiększenie od 77 do 560, cena 140 marek. Przyrząd oświetlający prostej konstrukcji Nr. 3, 20 marek. Do tego można użyć immersję jednorodną 1,8, która z okularem I daje powiększenia do 412 razy, z okularem 4 do 1100, z okularem 5 do 1620. Cena 100 marek.

C. Reichert, Wiedeń, Bennogasse 24—26, katalog D S 4. Statyw C Nr. 4 przeginany z kołem zębatem z obiektywami 3 i 7 a i z okularami II, IV; powiększenie od 40 do 650, z przeponą obracalną 145 marek. Rewolwer na 2 obiektywy powiększa cenę o 15 marek, a średni przyrząd oświetlający Abbégo z przeponą irysową o 30 marek. Przyrząd można uzupełnić obiektywem dla immersji jednorodnej  $1/12$  Nr. 18 b, który z okularem I daje powiększenie do 470 razy, z okularem IV do 980, z okularem V do 1350, cena 100 marek.

We Francji rozpowszechnione są przyrządy firmy Véricq, obecnie Maurice Stiassnie w Paryżu XIV-e, Boulevard Raspail 204, we Włoszech przyrządy zakładów optycznych F. Koristka w Medjolanie, ul. Giuseppe Revere 2.

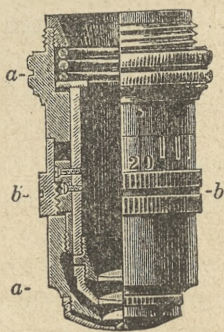
Powell i Lealand w Londynie, Euston Road N. W., Nr. 170, R. i J Beck, Manufacturing Opticians 68, Cornhill, London, E. C. 3 i Bausch i Lomb Rochester, N. Y., U. S. A., przedstawiciel we Frankfurcie nad Menem, są najbardziej znanymi firmami optycznymi w Anglii i Ameryce. W krajach tych poza tem bardzo rozpowszechnione są przyrządy firm niemieckich.

Poza wyżej wymienionymi firmami istnieje jeszcze cały szereg innych zakładów, dostarczających również dobrych instrumentów. Wymienienie wszystkich w tej książce zabierałoby zbyt wiele miejsca i utrudniałoby wybór. W razie potrzeby przy zamawianiu najlepiej zażądać od danej firmy najnowszych katalogów względnie z kluczem cen.

Przez zastosowanie nowych rodzajów szkła, zwłaszcza szkielek z fluorytu, zakłady optyczne Karola Zeissa w Jenie i inne według danych Ernesta Abbégo zaczęły wyrabiać od 1886 r. nowego rodzaju szczególnie sprawne obiektywy, tak zwane apochromaty. Obiektywy te umożliwiają usunięcie chromatycznej i sferycznej aberacji obrazu, znacznie dokładniej niż z dotychczasowymi obiektywami. Do obiektywów tych sporządzono nowe okulary, tak zwane okulary kompensacyjne; dzięki tym okulantom w całym polu widzenia obraz jest jednakowo ostry i równomiernie bezbarwny. Za przykładem Zeissa poszły inne zakłady i zaczęły wyrabiać apochromaty i okulary kompensacyjne. Nowe rodzaje szkła



i nowe wzory konstrukcji zastosowane przy sporządzaniu apochromatów nie pozostały bez wpływu na budowę dawniejszych obiektywów, ale umożliwiły także i u nich zupełne usunięcie sferycznej i achromatycznej aberacji. Sprawność tych achromatycznych obiektywów, używanych z okularami Huyghensa podniesiono dzięki temu tak wysoko, że w rzeczywistości znalazły one zastosowanie tylko w pewnych dziedzinach badania mikroskopowego. W szczególności dzięki tym nowym metodom budowy powiększyła się t. zw. wolna odległość przedmiotowa, t. j. odległość pomiędzy górną powierzchnią badanego przedmiotu i dolną powierzchnią soczewki, co dla dogodniejszego używania obiektywów posiada wielkie znaczenie. Apochromaty pozbawione są sferycznej i chromatycznej aberacji tylko w najjaśniejszych częściach widma słonecznego, gdy u apochromatów aberracja usunięta została z całej części widma. Taki wysoki stopień achromazji można było osiągnąć tylko przez zastosowanie bardzo skomplikowanej budowy, co pociągało za sobą odpowiednie podniesienie cen obiektywów apochromatycznych.



Rys. 1.

Obiektyw z oprawą korekcyjną Zeissa. Zapomocą pierścienia korekcyjnego *b b* zmienia się odległość między obu górnymi soczewkami z podwójnymi i na stałe z oprawą połączonymi soczewkami dolnymi (*a a*). Wielkość naturalna

Wszystkie obiektywy apochromatyczne wymagają zachowania przepisanej długości rury mikroskopowej. Ponieważ można używać do nich okulary kompensacyjne najrozmaitszej siły, możemy przeto otrzymać cały szereg najrozmaitszych powiększeń, przyczem nawet w najsilniejszych powiększeniach odległość przedmiotowa pozostaje względnie duża. Każdorazowe powiększenie daje się u apochromatów i okularów kompensacyjnych obliczyć, mnożąc się powiększenia obiektywu przez siłę powiększenia okularu. Obiektywy apochromatyczne dają się używać tylko z największymi statywami i z oświetlającym przyrządem Abbégo.

Promienie słoneczne przy przechodzeniu ze szkiełka przykrywkowego do warstwy powietrza, oddzielającej szkiełko od dolnej soczewki obiektywu, odchylają się silnie, mogą być nawet zupełnie odbite, jeżeli ich kąt padania jest większy. Wskutek tego zostają one dla obrazu stracone, który przez to staje się ciemniejszym. Stratę tę można zmniejszyć, jeżeli między dolną soczewką obiektywu i szkiełko przykrywkowe umieścimy warstwę wody, a jeszcze lepiej, jeżeli znajdzie się tam płyn o współczynniku załamania światła dla szkła. Dlatego też systemy immersyjne, zwłaszcza dla immersji jednorodnej, pozwalają na znacznie większą aperturę liczbową. Apertura liczbowa jest iloczynem  $\text{Sin } \frac{1}{2}$  kąta otwarcia przez współczynnik załamania ośrodka. Apertura liczbowa danego obiektywu jest miarodajnym wskaźnikiem jego istotnej sprawności. Wraz ze zwiększającą



się aperturą liczbową zwiększa się jasność obrazu i wyrazistość; dlatego też sprawność obiektywów do immersji jednorodnej jest znacznie wyższa od sprawności systemów suchych, a nawet od immersji wodnej.

Do obiektywów o immersji wodnej, jako płyn immersyjny używa się wodę destylowaną o współczynniku załamania światła  $1/_{33}$ ; przy immersji jednorodnej stosuje się olejek cedrowy dostarczany przez zakłady optyczne z przepisaną siłą łamania światła 1,515.

Użycie obiektywów do immersji wodnej jest dzisiaj bardziej ograniczone w porównaniu z immersją jednorodną. Początkujący, któryby się jednak zechciał zaopatrzyć w obiektyw do immersji wodnej, zrobi najlepiej, kupując go bez oprawy korekcyjnej, ponieważ stosowne użycie korekcji wymaga dużej wprawy. Immersja wodna bez korekcji nastawiona jest na średnią grubość szkiełka przykrywkowego, podawaną zazwyczaj przez optyka; należy więc zaopatrywać się w szkiełka przykrywkowe oznaczonej grubości (por. str. 9). Na oprawie korekcyjnej znajduje się podziałka z liczbami, pozwalająca na dostosowanie w pewnych określonych granicach obiektywu do danej grubości szkiełka przykrywkowego (rys. 1). Wszystkie obiektywy Zeissa bez oprawy dostosowane są do grubości szkiełka przykrywkowego 0,17 milimetrów, u Leitza od 0,16 do 0,18 milim., u Seiberta 0,15 do 0,18 mm., u Reicherta na 0,17 mm. Na oprawie obiektywów silniejszych jest zazwyczaj podana dokładna grubość szkiełka przykrywkowego, przy której następuje zupełna korekcja.

Obiektywy do immersji wodnej posiadają tę dogodną stronę, że wodę można bardzo łatwo usunąć ze szkiełka przykrywkowego; niema więc żadnych trudności przy zamianie obiektywów immersyjnych na obiektywy zwykłe. Jednak i olejek cedrowy przy odpowiednim postępowaniu daje się dość łatwo usunąć, nawet ze szkiełek przykrywkowych wolno leżących. Używamy do tego celu miękki pędzelek, zwilżony benzyną, albo jeszcze lepiej chloroformem.

Ponieważ olejek cedrowy wznosi się do góry po korku zamykającym naczynie i w taki sposób może się wydobyć nazewnątrz, dlatego do przechowania olejku cedrowego najlepiej używać naczyni zaopatrzonych w kołpaki szklane. Zeiss dostarcza za 1 markę (Nr. 11.3000) naczynia z kołpakiem posiadającym pałeczkę szklaną zakończoną małą kuleczką, a za 1.50 mar. (Mikro 352) buteleczkę pozwalającą na możliwie ekonomiczne zużycie olejku i zawierającą ciecz potrzebną do czyszczenia obiektywów i preparatów (benzynę i chloroform).

Choć użycie obiektywów do immersji jednorodnej jest cokolwiek kłopotliwe, są one jednak znacznie lepsze od obiektywów do immersji wodnej i silniejszych obiektywów zwykłych. Zaleta obiektywów do immersji jednorodnej polega przedewszystkiem na tem, że można przy nich stosować znacznie silniejsze okulary; posiadając więc jeden obiektyw do immersji jednorodnej, np.  $1/_{12}$  przez zmianę okularów możemy otrzymać cały szereg rozmaitych powiększeń, co w innych wypadkach daje się



uskutecznić tylko przez zmianę obiektywów. Obiektywy takie nie potrzebują także oprawy korekcyjnej, ponieważ obojętną jest dla nich grubość szkiełka przykrywkowego, naturalnie, tylko w pewnych granicach. Natomiast obiektywy do immersji jednorodnej są bardzo czułe na zmiany długości rury mikroskopowej, która musi zachować wymiary podane przez optyka. Przy zastosowaniu rewolwerów, albo saneczek ułatwiających szybką wymianę obiektywu, rura mikroskopu musi być skrócona o długość tych przyrządów. Największą sprawność obiektywów do immersji jednorodnej otrzymujemy przez zastosowanie przyrządów oświetlających Abbégo. Przyrząd ten można umieszczać tylko na większych i droższych statywach; dla statywów mniejszych sporządzone są przyrządy oświetlające prostszej konstrukcji. Na statywie V B Zeissa można umieścić przyrząd oświetlający Nr. 11.4310 o aperturze 1,0 z małą przeponą irysową zamiast przepony cylindrycznej, dołączonej do tego statywu; cena 24 marki; albo też uproszczony przyrząd oświetlający z przeponą irysową Nr. 11.4320 w cenie 30 marek. Podobne mniejsze przyrządy oświetlające wyrabiają również i inne zakłady optyczne. Pełny przyrząd oświetlający Abbégo zakłady Zeissa dostarczają do statywu III A. Kondensator tego przyrządu daje się odchylić na bok. Statyw III C z pełnym aparatem oświetlającym i kondensorem o aperturze 1,20 kosztuje 250 marek. Zakłady Leitz, Seiberta i Reicherta, jak również i inne firmy optyczne dostarczają przyrządów oświetlających Abbégo, wraz z przeponami irysowymi w cenie od 60 do 75 marek.

Wszystkie silniej powiększające obiektywy także najnowszej konstrukcji pozwalają tylko na użycie bardzo cienkich szkiełek przykrywkowych. Silniejsze obiektywy i obiektywy do immersji wodnej są nawet w granicach dopuszczalnych bardzo wrażliwe na grubość szkiełka przykrywkowego.

Zazwyczaj obiektywy jednego zakładu optycznego dają się zastosować do statywów innej firmy, ponieważ wszyscy optycy zaopatrują rurę mikroskopową w jeden i ten sam gwint, tak zwany „Society-Screw”. Ponieważ długość rury w statywach stałego ładu wynosi zwykle 150 do 170 mm., przeto przy zamawianiu obiektywów na stałym ładzie nie potrzeba podawać długości rury, chyba tylko w tym razie, jeżeli rura przekracza podaną wyżej normę. Szczególniej uwzględnić to należy przy zamawianiu obiektywów do immersji jednorodnej.

Większość firm optycznych zaopatruje główkę śruby mikrometrycznej na dużych statywach w podziałki. Jeden stopień podziałki na dużych przyrządach Zeissa odpowiada podniesieniu, lub opuszczeniu rury o 0,2 mm.

Do szybkiej zmiany soczewek służą zazwyczaj wspomniane już rewolwery i sanki. Rewolwery sporządzone są zazwyczaj dla 2, 3, względnie 4 obiektywy i kosztują u Zeissa 15, 20, albo 25 marek. Saneczkowaty przyrząd do zmieniania obiektywów. Składa się z części



saneczek zakładanej na rurę i części dla każdego obiektywu; cena około 8 marek. (Por. zresztą S. 14, 15).

Nie mam zamiaru podawać tutaj teorii tworzenia się obrazów mikroskopowych. Zadanie moje raczej polega na obeznaniu początkujących z najważniejszymi zasadami mikroskopowej botaniki, z użyciem mikroskopu i techniką mikroskopową. Wiadomości tych nabyć powinien uczeń przy samem badaniu przedmiotu. Ażeby zaś wiadomości w tekście można było porównać ze sobą w razie potrzeby, dodałem do książki obszerne rejestry.

Oprócz mikroskopu złożonego, jaki dotąd wyłącznie mieliśmy na względzie, potrzebny jest jeszcze prosty przyrząd, tak zwany mikroskop do preparowania. Taki mikroskop do preparowania (duży mikroskop Nr. 204) z 3 aplanetycznymi lupami, według Steinheila, które dają 8, 16, 20-krotne powiększenie, Leitz dostarcza za 70 marek. Początkującemu jednak wystarczy najzupełniej prosty mikroskop do preparowania, np. mikroskop Leitz'a (Nr. 208) (porównaj rozdział niniejszej książki XVI). Mikroskop ten kosztuje z 2 aplanetycznymi lupami według Steinheila 40 marek i daje powiększenia 10—20-krotne. Używane tutaj lupy mogą służyć za lupy podręczne. Podobne mniejsze i większe mikroskopy do preparowania dostarczają i inne firmy optyczne mniej więcej w tych samych cenach.

Zamiast simpleksu służyć też może pryzmat odwracający obraz, osadzony na mikroskopie złożonym. U Zeissa pryzmat taki (Nr. 12.8520) kosztuje 25 marek; osadza się go zapomocą talerzykowatej oprawy na okularze 2. U Leitz'a pryzmat podobny (Nr. 179) kosztuje 18 marek. Do tego samego celu, co pryzmat, służy okular odwracający obraz, Zeissa, z pryzmatem Porro (Nr. 12.8510) za 40 marek. Preparowanie pod mikroskopem złożonym bardzo drobnych przedmiotów przedstawia tę korzyść, że nie trzeba ich przenosić z pod mikroskopu prostego na złożony i naodwrot, przez co oszczędzamy sobie trudu odszukiwania przedmiotu w polu widzenia mikroskopu. Preparowanie przy pomocy okularu odwracającego obraz nie przedstawia większych trudności, niż preparowanie pod mikroskopem prostym; przeciwnie zaś przy pryzmacie odwracającym początkowo przeszkadza ta okoliczność, że należy patrzeć nie prosto na dół w kierunku rąk preparujących, lecz ukośnie ku przodowi w pryzmat. Pryzmat odwracający, który się kładzie na okularze, zmniejsza pole widzenia, jeżeli się go używa z innym okulem, a nie z okulem 2. Mikroskop złożony, używany do preparowania, powinien być zaopatrzony odpowiednimi, słabymi obiektywami; do tego nadaje się obiektyw Zeissa za 40 marek. Składa się ona z 2 achromatycznych soczewek, które zapomocą obracalnego pierścienia można bądź przybliżyć do siebie, bądź oddalać, przyczem powiększenie zmienia się powoli, w stosunku od 1:2.



Do niezbędnych środków pomocniczych badania mikroskopowego należy dobra lupa; z pomocą takiej lupy orjentujemy się naprzód w przedmiocie, który następnie ma być zbadany przy silniejszych powiększeniach. Jeżeli mikroskop do preparowania zaopatrzony jest w lupy, mogą one, jak już wspomnieliśmy, służyć zarazem za lupy ręczne. Należy tu zwrócić uwagę na piękne, jednak odpowiednio drogie (18 marek) lupy aplanatyczne Nr. 11.6010 i 11.6011 katalogu Zeissa Mikro 188, wydanie 1913; słabsza z tych lup daje powiększenie 6- a silniejsza 10-krotne.

Z przyrządów do rysowania do użytku mikroskopowego polecić mogę przede wszystkim nową kamerę wedle Abbégo (Zeiss katalog 1913, Mikro 184 Nr. 12.510) w cenie 34 marek, albo Camera Lucida z 2 pryzmatami (Nr. 12.6000) w cenie 21 marek. Pryzmaty te umieszcza się na górnej części rury mikroskopowej zapomocą pierścienia. Pierwszy z nich pozwala na rysowanie w płaszczyźnie poziomej; w czasie obserwowania pryzmat wraz z lusterkiem można odgiąć na zawiasach (rys. Nr. 19). Drugi pryzmat (rys. Nr. 20) wymaga rysowania na płaszczyźnie pochylonej, a w czasie badania potrzeba go tylko odsunąć na bok. Oba przyrządy wymagają pulpitu, a mianowicie kamera Abbégo poziomego, a drugi pryzmat pulpitu pochylonego pod kątem  $25^{\circ}$ . Ponieważ powierzchnia rysunku musi być wyraźnie widziana przez rysownika, dlatego krótkowzroczni muszą się przybliżyć do aparatu rysunkowego, a dalekowzroczni od niego oddalić. Jeżeli chcemy rysować przy 250 mm., dla której to odległości optycy obliczają podane powiększenia, to trzeba umieścić w górnym otworze danego przyrządu do rysowania małe szkło od okularów, którego siłę podajemy optykowi w dioptrjach przy zamawianiu przyrządu do rysowania. Większość zakładów optycznych dostarcza pulpity do rysowania, które można ustawiać bądź poziomo, bądź pod pewnym kątem; cena od 5 do 10 marek, a także więcej. Bezpośrednie rysowanie na stole do pracy, a więc bez pulpitu, i na płaszczyźnie położony między mikroskopem i rysownikiem, umożliwia nowy, wprowadzony przez Leitza okular do rysowania (Nr. 164; 25 marek), który jednak można zakładać na mikroskopach przeginanych i to przy nachyleniu  $45^{\circ}$ .

Potrzebny jest jeszcze mikrometr przedmiotowy; u Zeissa mikrometr taki, kosztujący 11 marek (Nr. 12.6300), przedstawia 1 mm. podzielony na 100 części. Inni optycy podają mniej więcej te same ceny. Poza tem Leitz dostarcza mikrometrów przedmiotowych (Nr. 160) fotografowanych na szkle, 2 mm. na 200 części, w cenie 5 marek.

Każdy stół mocno stojący może być użyty do mikroskopowania, nie powinien być jednakże zbyt mały i świecić się na powierzchni. Najlepiej pomalować go na ciemny kolor. Stół tak się ustawia, aby mikroskop znajdował się w odległości półtora do 2 metrów od okna. Każde położenie okna jest dobre, byle tylko przedstawiało otwarty widok. Od bezpośredniego światła słonecznego zasłaniamy się białą płócienną roletą.



Jaskrawo białe światło, jakie się otrzymuje, gdy promienie słońca padają bezpośrednio na roletę, przedstawia najlepsze warunki do pracy z silniejszymi obiektywami. Aby światło wpadające przez okno zbyt nie raziło, dobrze jest przy dłuższej pracy ustawiać przed mikroskopem ekran na odpowiedniej wysokości. Do tego celu może służyć kawałek ciemnej tektury uczepiony na statywie chemicznej w odpowiedniej wysokości.

Kto posiada przewodniki gazowe, z korzyścią może pracować przy świetle gazowym z koszulką Auera. Zbyt rażące światło można przytłumić zapomocą małych okrągłych płytek z jasno-niebieskiego szkła kobaltowego, które umieszczamy w przeponie, a jeszcze lepiej zapomocą kuli szklanej, wypełnionej bardzo rozcieńczonym roztworem amonjakałnego tlenku miedzi i zawieszanej na statywie; umieszcza się ją zazwyczaj między źródłem światła a lusterkiem mikroskopu w odległości 15 centymetrów od obu. Do celów podobnych dostarcza Zeiss za 20 marek urządzenie (Nr. 13.9100) wraz z lampką gazową. Zamiast światła gazowego można używać światła elektryczne. Do naszych celów szczególnie nadaje się lampa do pracy z zakładów „Reinlicht-Industrie”, Monachjum, plac Św. Anny 10, w cenie 20 marek; mieszane białe światło tej lampy odpowiada dokładnie światłu słonecznemu. Mikroskopowanie przy świetle sztucznem nawet wieczorem nie nadwęża oczu, o ile otoczenie jest tak samo równo, jasno oświetlone, jak i pole widzenia mikroskopu.

Potrzebnych szkiełek przykrywkowych i przedmiotowych dostarczają Henryk Vogel w Giessen, Westanlage 32; Dr. Alfred Schröter w Lipsku; P. Stender w Lipsku, Oberdorferstrasse 19; Dr. G. Grübler i Comp. w Lipsku albo też wymienione zakłady optyczne. Co się tyczy szkiełek przedmiotowych, należy wybrać format, albo giessenński, albo angielski. Szkiełka przedmiotowe formatu giessenńskiego są 48 mm. długie, a 28 mm. szerokie; formatu angielskiego są 76 mm. długie, a 26 mm. szerokie. Format giessenński jest z tego względu wygodny, że szkiełko przedmiotowe nie wystaje poza brzegi stolika mikroskopowego, a przeto niema obawy potrącenia go. Format angielski jest z wielu względów zręczniejszy. Do zwykłego badania wybiera się szkiełka przykrywkowe kwadratowe, których bok wynosi 18 mm., należy jednak mieć do rozporządzenia większe dla przedmiotów dużych, jako też i mniejsze, któreby wystarczały dla wykonania preparatów trwałych. Ktoby sam chciał mierzyć grubość swych szkiełek przedmiotowych, musi się zaopatrzyć w odpowiedni do tego przyrząd, który kosztuje u Zeissa (Nr. 12.6500) 20 marek, u Leitza (Nr. 186) 9 marek. Przyrząd ten pozwala na bezpośrednio odczytywanie wielkości od 0,01 mm. Grubość szkiełek przedmiotowych można jeszcze mierzyć zwykłą skalą; do tego sortujemy szkiełka przedmiotowe podług dźwięku, jaki wydają, gdy padają na gładką powierzchnię stołu. Szkiełka przedmiotowe jednakowej grubości wydają jeden i ten sam dźwięk. Układamy pewną ilość takich szkiełek



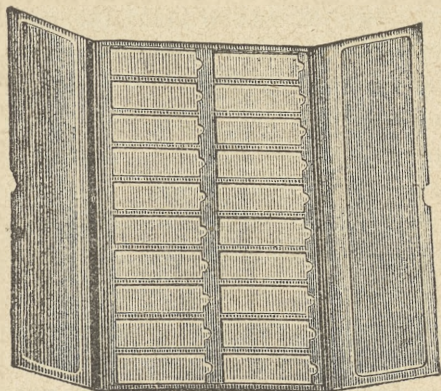
jedno na drugim, ściskamy ostrożnie palcami i przykładamy bokiem do skali. Przypuśćmy, że 10 takich szkiełek przykrywkowych razem są grube 2 mm., grubość więc jednego szkiełka przykrywkowego wynosi 0,2 mm.

Dalej potrzeba jeszcze kilka brzytew płasko, i kilka wkłęsło szlifowanych; pożądane są również takie, których jedna strona jest płaska, a jedna wkłęsła, przyczem podczas krajania strona wkłęsła winna być zwrócona ku górze. Brzytew tego rodzaju dostarcza Wilhelm Walb w Heidelbergu albo zakłady do wyrabiania przyrządów naukowych R. Jung'a w Heidelbergu, cena 5 mk. Dalej potrzebne są większe i delikatniejsze szczypczyki stalowe; cienko zaostrzone nożyczki do preparowania, parę obsadek do igieł tak urządzonych, aby mogły utrzymać najeńsze igły; igły angielskie począwszy od Nr. 8 i wyżej; kilka skalpeli; kilka cienkich pędzelków; mały ręczny śrubstak, jakiego używają zegarmistrze; kilka pipetek; buteleczki z kropłomierzami; rurki i preciki szklane; pudełeczka szklane z nakrywkami; szkiełka zegarkowe różnej wielkości i odpowiednie tafelki szklane do przykrywania tychże szkiełek; niskie klosze szklane do urządzania wilgotnych kamer; małe statywy odpowiedniej konstrukcji ze szkła albo cynku (rys. 7), na których można układać pod kloszami preparaty; dwa odpowiednio wysokie klosze szklane albo pudełka tekturowe, względnie bębny tekturowe, pod którym można ustawić złożony i prosty mikroskop; wreszcie rdzeń bzoowy.

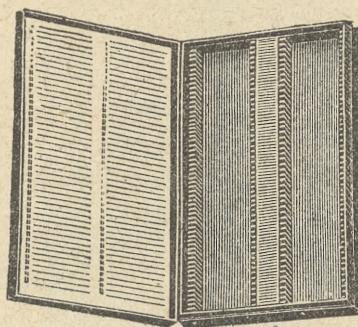
Preparaty przewidziane w książce niniejszej początkujący przygotowuje z wolnej ręki; w dziedzinie badania komórki celem otrzymania szczególnie cienkich skrawków mikrotom zajął panujące stanowisko. Każdy też, który chce skutecznie pracować w dziedzinie cytologii, musi posiadać znajomość użycia mikrotomu i jego techniki. Z tych względów w ostatnim rozdziale niniejszego podręcznika początkującemu dana jest sposobność zaznajamiania się z użyciem i zastosowaniem mikrotomu. Kto chce nabyć mikrotom, odpowiadający wszystkim wymaganiom techniki mikroskopowej, winien się zwrócić do wskazanych tam narzędzi.

Do przechowywania trwałych preparatów mikroskopowych są zalecane najrozmaitsze pudełka do preparatów. Pudełka takie przygotowuje dr. Alfred Schrötter w Lipsku-Connewitz we wszystkich formatach. Szczególnie rozpowszechnione i używane są płaskie teczki do preparatów z tektury (rys. 2). Preparaty leżą w nich napłask na dnie pokrytem gładkim papierem, a nad nimi zakłada się dwie płasko wypukłone nakrywki. Schrötter, a także Vogel, Stender, Grübler dostarczają takich teczek do preparatów, na 16—25 preparatów angielskiego formatu, giesseńskiego, albo innego z zamknięciem albo bez zamknięcia w cenie od 0,50 do 0,60 marek. Bardzo odpowiednie są również pudełka do preparatów w postaci książek albo etui (rys. 3), w których mogą być prze-





Rys. 2. Teczka do preparatów Schrötera na 20 preparatów angielskiego formatu.



Rys. 3. Pudełko do preparatów Schrötera na 100 preparatów angielskiego formatu.

chowywane szkiełka przedmiotowe ustawione na podłużnej krawędzi i z boków przytrzymane drewnianymi listewkami. Jednakże do pudełek tych można wkładać preparaty (o ile pudełka nie są ustawione prostopadle), dopiero wówczas gdy odczynnik zaklejający zestalił się przynajmniej na powierzchni. Pudełka takie sporządza Schrötter na 50 do 450 preparatów zależnie od wielkości i wyposażenia kosztują od 0,75 do 12.50 marek.

Potrzebne odczynniki zestawilem w oddzielnym spisie na końcu tej książki. Jako miejsce nabycia tych odczynników należy przedewszystkiem polecić firmę dr. G. Grüblera i Comp. w Lipsku.



## ROZDZIAŁ I.

Użycie mikroskopu. Przygotowanie preparatu. Zmiana obiektywów. Budowa mączki i działanie na nią odczynników. Duża wilgotna kamera. Użycie systemów immersyjnych, aparatu oświetlającego Abbégo i aparatu polaryzacyjnego.

### Materiał do badań:

Latem: Bulwy kartoflane. — Mąka kartoflana. — Mąka z fasoli. — Arrow-root. — Mąka pszeniczna.— Ziarnczak owsa. Świeże kawałki ostromlecza najlepiej *Euphorbia helioscopia*, albo *E. splendens*.  
Zimą: też same przedmioty, jednak *Euphorbia helioscopia* można spotkać tylko w miejscach zasłoniętych.

### Odczynniki:

Stężona gliceryna.—Roztwór jodu w jodku potasu.—Jod metaliczny.—Ług potasowy.

Zapoznajmy się najprzód z pojedynczemi częściami złożonego mikroskopu (rys. 4) i w tym celu wybierzmy statyw przedstawiony na załączonym rysunku. Na tym statywie rozróżniamy: podstawę w kształcie podkowy, słup będący zarazem rączką i stolik przedmiotowy *sp*, koło zębate do grubszych nastawień *kz*, rurę mikroskopową *r*, zwierciadło *l* i śrubę mikrometryczną *m*.

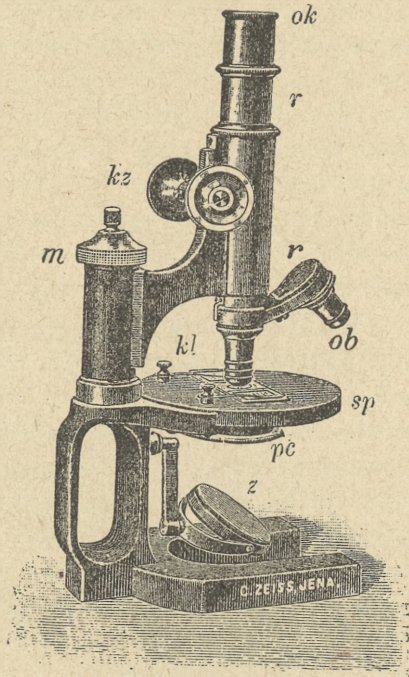
W oprawie zwierciadła *l* umieszczone są dwa zwierciadła, z jednej strony płaskie, z drugiej wklęsłe. Pierwszego używać będziemy przy słabych, drugiego przy silniejszych powiększeniach. Stolik posiada w środku kolisty otwór, przez który przechodzi światło odbite od zwierciadła. Pod otworem znajduje się na tym przyrządzie walcowata przepona *pc*. Sanki opatrzone są walcowatą pochewką, w którą wsuwa się walec, dający się poruszać w kierunku pionowym. W górny otwór walca wkłada się przepony rozmaitej szerokości, stosownie do potrzeby, tak aby górna powierzchnia przepony leżała na jednym poziomie z powierzchnią stolika przedmiotowego. Zapomocą przepony regulujemy wedle potrzeby oświetlenie, jednakże na początek lepiej będzie wyjąć zupełnie walec wraz z przeponą. Rozmaite statywy mniejsze mają zamiast walcowatych przepon, wypukłą, odśrodkowo przytwierdzoną krążkową



przeponę, którą można obracać i tym sposobem otwory różnej szerokości kolejno podprowadzać pod środek otworu w stoliku. Na stoliku przedmiotowym znajdują się sprężynowe łąпки (*kl*), mające służyć do przytrzymywania szkiełka przedmiotowego. Tymczasem przyciski wyjmujemy. — Rura *r* daje się podnosić i opuszczać zapomocą koła zębatego (*kz*). Podnosimy rurę tak wysoko, aby i do dolnego jej końca można było swobodnie przytwierdzić obiektyw (*ob*), np. słabszy obiektyw B Zeissa, 3 Leitz'a i t. p. Przy wkręcaniu obiektywu trzymamy zawsze dłoń pod nim, aby nie upadł na ziemię, gdy gwint nie został uchwycony. Obiektyw słabszy poznać możemy po tem, że jego soczewka przednia jest większa aniżeli w obiektywie mocniejszym. Wewnętrzzną część rury, opatrzoną w podziałkę milimetrową, wyciągamy tak, aby otrzymać wskazaną przez optyków długość rury (przeważnie 170 mm.), przyczem w razie użycia rewolweru a sanek do zmiany obiektywów należy odjąć ich grubość. Następnie opuszczamy rurę i zbliżamy obiektyw do stolika przedmiotowego, na odległość około 1 cm. W górny koniec rury wkładamy słabszy okular (*ok*), np. okular 2, którego w ogólności przeważnie używać będziemy przy posługiwaniu się okularami Hughensa. Ustawiamy teraz mikroskop naprzeciw okna, w odległości około 1 i pół metra, unikając jednak zawsze bezpośredniego światła słonecznego. Patrząc przez okular, zmieniamy palcami nachylenie zwierciadła tak długo, dopóki nie ujrzymy, że pole widzenia mikroskopu oświetlone jest jasno i jednostajnie. Przytem należy baczyć, aby zwierciadło nie zostało wyprowadzone z osi mikroskopu ku przodowi lub na bok, albowiem chcemy badać przy oświetleniu prostem.

Wycieramy szkiełko przedmiotowe miękką ściereczką i puszczaemy nań kroplę czystej wody zapomocą pręcika szklanego.

Następnie bierzemy do badania kartofel (*Solanum tuberosum*). Przeacinamy bulwę kartofla scyzorykiem i odrobinę soku wypływającego z powierzchni przecięcia tymże nożem przenosimy do kropli wody, po-



Rys. 4. Statyw VB Zeissa  $\frac{1}{4}$  wielkości naturalnej *sp* - stolik przedmiotowy, *pc* - przepona cylindryczna, *kl* - łąпки sprężynowe do przymocowania preparatu na stoliku przedmiotowym, *z* - zwierciadło, *m* - śruba mikrometryczna, *kz* - koło zębate do grubszego nastawienia, *r* - rura, *ob* - obiektyw, *ok* - okular, *r* - rewolwer na dwa obiektywy.



czem nakrywamy kroplę szkiełkiem przykrywkowym. I to szkiełko należy wprzód oczyścić z niezmierną ostrożnością. Najlepiej wykonać to kawałkiem używanego miękkiego płótna, albo też bardzo miękkim japońskim papierem ryżowym, trzymając szkiełko napłask pomiędzy palcami. Jeżeli ilość wody była dostateczna, w takim razie z pod brzegów szkiełka przykrywkowego woda wcale nie występuje; jeżeli zaś występuje, oddalamy jej nadmiar zapomocą bibuły, albo lepiej robimy drugi preparat, albowiem w tym razie pod wpływem ssącego działania bibuły większa część ziarn, które mamy badać, zostaje splókana.

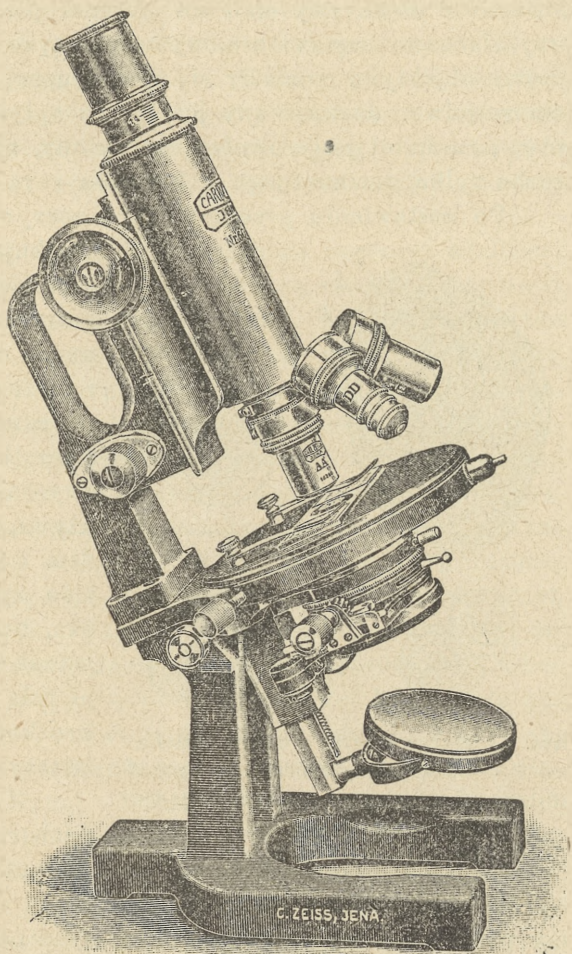
Kładziemy preparat na stoliku mikroskopu w ten sposób, aby przedmiot badany znajdował się ponad środkiem otworu stolika. Aby utrzymać dobre nastawienie, opuszczamy rurę mikroskopu tak, aby obiektyw prawie dotykał preparatu. Następnie spoglądając w mikroskop, z góry opuszczamy rurę w dół zapomocą koła zębatego (*kz*). Wkrótce następuje chwila, w której przedmiot, z początku niewidzialny, zaczyna się zarysowywać w postaci małych ziarn. Jeżeli jednak oddaliliśmy obiektyw od szkiełka przedmiotowego więcej niż na 2 cm., a nie ujrzeliśmy ziarn, w takim razie albo te ostatnie nie leżą w polu widzenia mikroskopu, albo też podnieśliśmy rurę za prędko, tak że przeoczyliśmy obraz, który szybko ukazuje się i równie szybko znika. Wtedy nie należy opuszczać napowrót rury, albowiem narażamy się przy takim postępowaniu na niebezpieczeństwo zgniecenia szkiełka przykrywkowego, zepsucia preparatu i powalania obiektywu; należy raczej kontrolując, znowu z boku powtórnie rurę opuścić tak, aby prawie dotykała szkiełka przykrywkowego i na nowo ją podnosić, patrząc jednocześnie przez okular; lecz należy opuszczać je daleko powolniej, niż przedtem. Jeżeli i teraz do celu nie dojdziemy, przypuścić, że przedmiot nie leży w polu widzenia mikroskopu i musimy przesunąć szkiełko przedmiotowe. W krótkim czasie uda się w każdym razie ujrzeć ziarna w polu widzenia i wtedy przestajemy opuszczać rurę, albowiem „grube nastawienie” zostało uskutecznione i należy jeszcze tylko „dokładnie nastawić” zapomocą śruby mikrometrycznej (*m* rys. 4). W tym celu pokręcamy śrubę w jednym kierunku, lecz gdy obraz staje się mniej wyraźnym, należy ją pokręcać w kierunku przeciwnym. Nastawienie jest zupełnie dokładne, gdy obraz rysuje się o ile można najwyraźniej. Przy kręceniu śrubą mikrometryczną należy zachować ostrożność. Ponieważ jest ona krótka, prędko osiągamy jej zakończenie. Dalsze pokręcanie będzie dla śruby szkodliwe. Już więc przy nastawieniu grubszym starajmy się osiągnąć możliwą wyrazistość obrazu, aby następnie wystarczyły tylko nieznaezne poruszania śruby.

Na naszym statywie (rys. 4) śruba mikrometryczna znajduje się na górnym końcu słupa, w innych statywach może się jednak znajdować przy dolnym jego końcu, albo też z boku (rys. 5).



Jeżeli początkujący rozporządza mikroskopem bez koła zębatego, wówczas grubsze nastawienie musi uskutecznić ręką. Opuszcza więc i podnosi rurę w jej oprawie, obracając powoli rurą dokoła jej osi. Przy nastawianiu przedmiotu musi zresztą zachować te ostrożności, co przy nastawianiu zapomocą koła zębatego.

Stwierdziwszy tym sposobem przy słabem powiększeniu istnienie małych ziarn w polu widzenia mikroskopu i zanotowawszy sobie w pamięci, dla późniejszego użytku, oddalenie słabego obiektywu od przedmiotu, to jest jego odległość przedmiotową, pozostawiamy szkiełko przedmiotowe w tem samem położeniu na stoliku mikroskopu, podnosimy rurę do góry, odśrubowujemy słabszy system, a przyśrubowujemy silniejszy (w żadnym jednak razie nie system immersyjny, lecz na przykład D Zeissa, 7 Leitz'a i t. p.). Potem opuszczamy napowrót rurę tak, aby obiektyw prawie dotykał szkiełka przykrywkowego. Próbujemy następnie uskutecznić nastawienie, podnosząc jak przedtem powoli rurę. Przy silniejszym powiększeniu, wysuwanie rury musi być, o ile można jeszcze powolniejsze, niżli przy słabszym. Ponieważ preparat leży nieporuszony na stoliku mikroskopu, wiemy więc z pewnością, że przedmiot znajduje się w polu widzenia. Gdy przy grubem nastawieniu ziarna stały się widoczne, uskuteczniamy nastawienie dokładne zapomocą śruby mikrometrycznej. Spostrzeżemy wtedy, że odległość przedmiotowa przy silniejszym obiektywie jest znacznie mniejsza, aniżeli przy słabszym. Przy silniejszym powiększeniu obraz jest odpowiednio słabiej



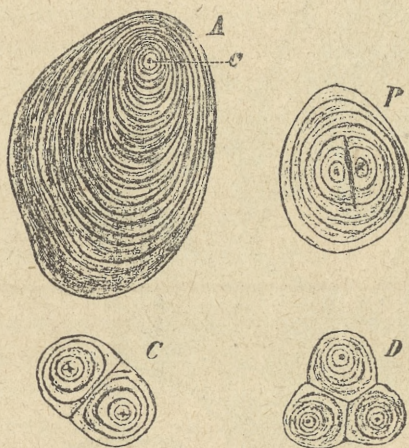
Rys. 5. Statyw III CA Zeissa  $\frac{1}{3}$  naturalnej wielkości, przeginany. Z boczną śrubą mikrometryczną, przyrząd do oświetlania i rewolwer na 3 obiektywy.



oświetlony. Przez zmiany w położeniu lusterka próbujemy osiągnąć możliwie najsilniejsze oświetlenie pola widzenia. I w tym wypadku kontrolujemy wynik naszych prób, patrząc przez okular.

Kto zaopatrzył się w mikroskop z urządzeniem rewolwerowym (str. 6), jak w statywach, przedstawionych na rys. 4 (*r*) i rys. 5 może pozostawić obiektywy stałe na mikroskopie. Po obejrzeniu przedmiotu przy słabszym nastawieniu, wystarczy tylko przekręcić rewolwer, by silniejsze obiektywy znalazły się w optycznej osi mikroskopu. Jeżeli przytem rewolwer dostosowany jest przez optyka do odpowiednich obiektywów, przedmiot jest również nastawiony, albo do wyraźnego nastawienia trzeba tylko nieznacznego pokręcenia rurą mikrometryczną.

Po nastawieniu przedmiotu rozpoczyna się właściwe badanie. Po-



Rys. 6. Ziarna mączki z bulwy kartoflanej. *A* — ziarno pojedyncze, *B* — napół złożone, *C* i *D* — ziarna złożone, *C* — jądro. Powiększone 540 razy.

ny kształt i budowę uwarstwioną. my powoli szkiełko przedmiotowe w różne strony, aby znaleźć miejsce, gdzie ziarna nie są zbyt ściśnięte, albowiem wtedy łatwiej można zwrócić całą uwagę na jedno ziarno. Nadto dla dokładnego badania wybieramy ziarna, przedstawiające bardzo wydatne uwarstwienie. Poruszanie szkiełka przedmiotowego widzimy przez mikroskop odwrotnie, co jednak tylko w pierwszej chwili stanowi trudność, gdy chcemy pojedyncze wybrane ziarna nastawić na środek pola widzenia. Prędko przyzwyczajamy się do należytego panowania nad nieznacznymi ruchami, o jakiej tu chodzi. — Wybrawszy ziarna najkorzystniejsze dla badania, oglądamy je pod silniejszym powiększeniem, zastępując słaby okular — mocniejszym. Obraz pozostanie zawsze wyraźny, jeżeli obiektywy są dokładne, ale

zaczynający powinien się przyzwyczaić, jeżeli oba oczy ma równie dobre, patrzeć w mikroskop okiem lewym; prawe oko pozostaje wtedy swobodne i może być użyte przy rysowaniu, podczas gdy lewe patrzy w mikroskop. Początkujący musi też od razu przyzwyczaić się, ażeby oko, którego nie używa, pozostawiać otwarte. Wprawdzie z początku przedmioty otaczające, rysujące się na siatkówce tego oka, będą mu przeszkadzać, wkrótce jednak trudność tę przezwycięży, skupi całą uwagę na oko patrzące w mikroskop, a drugie zostawi zupełnie bezczynnie.

Z łatwością poznamy, że ziarna bezbarwne, wypełniające pole widzenia mikroskopu, posiadają zaokrąglo-



w każdym razie straci nieco na jasności. Zmieniając położenie zwierciadła, staramy się temu o ile możliwości zaradzić.

Niekiedy, po nastawieniu preparatu, lub przy przesuwaniu go, spostrzegamy, że obraz stracił na wyrazistości. Wtedy wedle wszelkiego prawdopodobieństwa płyn dostał się z preparatu na dolną soczewkę. Zdarza się to łatwo, szczególnie wtedy, jeżeli została użyta za wielką ilość płynu, który wystąpił poza brzegi szkiełka przykrywkowego. W takim wypadku podnosimy rurę zapomocą koła zębatego, albo wyciągamy z pochwy i sprawdziliśmy stan rzeczy, wycieramy dolną soczewkę kawałkiem czystego, często pranego płótna, względnie wyżej wspomnianym japońskim papierem, albo lepiej, pocieramy ją świeżym odłamkiem rdzenia bżowego.

Ziarna mączki kartoflanej dosięgają stosunkowo znacznej wielkości i wykazują dość wyraźne uwarstwienie. Warstwy są widoczne, ponieważ przez swą rozmaitą gęstość rozmaicie łamią światło. Ziarna zbudowane są odśrodkowo, albowiem ich organiczny środek *c*, rys. 6 *A*, nie leży w środku geometrycznym, lecz znacznie bliżej jednego końca ziarna. Warstwy rysują się z rozmaitą wyrazistością (*A*); pomiędzy bardzo wydatnymi sprostrec można mniej wydatne. Ku powierzchni ziarna, jego uwarstwienie staje się niewyraźne. Z przyczyn optycznych, a mianowicie z powodu mniejszej gęstości, jądro organiczne ziarna wydaje się zabarwione różowo. Najwyraźniej widać je wtedy, gdy jest wydrążone. Przedstawia się w tym wypadku jako punkt różowy, jako kreska, krzyż lub gwiazda z ciemnym zarysem. Warstwy bezpośrednio otaczające jądro są współśrodkowe, stopniowo jednakże stają się odśrodkowe, albowiem w jednym końcu ziarna stają się cieńsze, a nawet kończą się części klinowato. W tym słabiej rozwiniętym końcu ziarna, który nazwiemy końcem przednim, uwarstwienie jest niewyraźne z powodu nieznaicznego oddalenia od powierzchni. Pojedyncze ziarna różnią się bardzo wielkością, jako też kształtem zewnętrznym, a ich uwarstwienie jest mniej, lub więcej wyraźne. Na małych ziarnach rzadko dostrzeżemy uwarstwienie. Ziarna mączki kartoflanej są nieco spłaszczone, co łatwo można stwierdzić, ostrożnie podczas badania przyciskając igłą brzeg szkiełka przykrywkowego i wprawiając tym sposobem ziarna w ruch obrotowy i postępowy.

Pomiędzy ziarnami mączki spotykamy w wielu preparatach okrągłe twory, które przy średnim nastawieniu przedstawiają mały, okrągły, jasny środek i szeroką, ciemną obwódkę; ta ostatnia od wewnątrz jest szara, od zewnątrz ciemno-szara i poprzerzywana jasnymi pierścieniami. Twory te są pęcherzykami powietrza zawartymi w płynie. Wygląd ich pod mikroskopem jest tak charakterystyczny, że raz widziane nie mogą łatwo być wzięte za coś innego. Promienie światła przechodzące z ośrodka gęstszego od pęcherzyka powietrza, z wyjątkiem środkowych, zostają tak silnie załamane, że nie mogą dojść do obiektywu;



stąd szeroki ciemny brzeg i stosunkowo mały, jasny środek. Jeżeli przez pokręcenie śruby mikrometrycznej opuścimy rurę tak, aby dokładne nastawienie przypadło na dolne części pęcherzyka powietrza, wtedy wzrasta się wyrazistość i jasność środkowego krążka; jednocześnie zmniejsza się on, a zato wzrasta szerokość otaczającego czarnego pierścienia. Poruszając śrubę w przeciwnym kierunku w celu nastawienia na górne części pęcherzyka powietrza, spostrzeżemy, że środkowy krążek powiększa się, tracąc nieco na jasności; występują wokoło niego szare pierścienie jaśniejsze i ciemniejsze; jednocześnie zwięża się jego brzeg zewnętrzny.

Wybrawszy pięknie uwarstwione ziarno mączki, powinien je badający odrysować. Do rysowania przywiązywać trzeba bardzo wielką wagę przy badaniu mikroskopowem. Dopiero z pomocą rysunku uczymy się dokładnie spostrzegać. Szczegóły obrazu stają się bowiem dopiero wtedy widoczne dla badającego, gdy skupi na nie swą uwagę, w celu oddania ich rysunkiem. Rysowanie przeto chroni od pobieżnego, powierzchniowego badania, zmusza nas do gruntownego, dokładnego studjowania obrazu i zaostrza bardziej, niż wszelkie inne środki — zmysł spostrzegawczy. Początkujący powinien naprzód starać się rysować przedmioty od ręki. Tyle talentu, ile do tego potrzeba, niezawodnie każdy posiada, lub potrzebną wprawę łatwo nabyć może. Rysunek przedmiotu nie powinien być za mały, choćby nawet badającemu się zdawało, że przedmiot widziany jest bardzo mały. Prawdziwego sądu o wielkości przedmiotu w polu widzenia mikroskopu nabywa się dopiero przez dłuższą wprawę i zrazu lepiej jest, że początkujący rysuje przedmioty za duże, albowiem wygodnie może wtedy pomieścić na rysunku wszystkie szczegóły obrazu. Niemniej ważnem jest, zaznaczać odpowiednimi zgłoskami lub innemi znakami szczegółowe części rysunku, notować nazwę rośliny, przedmiot i ważniejsze wyniki badania.

Oprócz ziarn pojedynczych (jak w *A*, rys. 6), szukając uważnie, można znaleźć ziarna półłożone (jak w *B*). Ziarna takie zawierają dwa, rzadko więcej, jąder organicznych. Każde jądro otoczone jest pewną liczbą warstw własnych, oba zaś razem, większą, lub mniejszą liczbą wspólnych. Nierzadko dwa wewnętrzne systemy warstw przedzielone są szparą, sięgającą aż do warstw wspólnych (*B*). Liczba warstw właściwych pojedynczym ziarnom, jako też warstw wspólnych, jest rozmaita, stosownie do okoliczności.

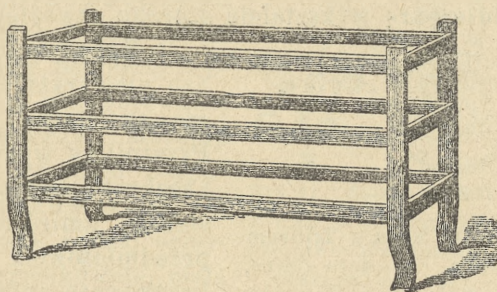
Ziarna całkowicie złożone, które spotykamy daleko częściej od półłożonych, składają się z dwu (*C*), rzadziej z trzech (*D*), bardzo rzadko z więcej, niż trzech ziarn składowych. Różnią się od półłożonych tem, że nie mają wspólnych warstw. Warstwy są najsilniej rozwinięte w miejscu łączenia się ziarn składowych. Ziarna składowe zwrócone są przeto ku sobie tylnymi końcami, przednie zaś bardziej są od siebie oddalone.



Linja dzieląca każde dwa ziarna składowe rozszerza się często ku wewnątrz i tworzy szpary w kształcie szeroko otwartego V.

Dla porównania, przygotowujemy teraz preparat z mąki kartoflanej, przechowanej w stanie suchym. Postępujemy przy tem zupełnie tak samo, jak przy sporządzaniu pierwszego preparatu i przenosimy odrobinę mąki do kropli wody. Ponieważ szkiełka przedmiotowe nie zawsze są jednakowej grubości, przeto lepiej jest podnieść rurę, zanim podłożymy drugi preparat. Po nastawieniu preparatu przekonamy się, że uwarstwienie ziarn jest tak wyraźne, jak w badanych poprzednio.

Preparat pierwszy przenosimy do dużej wilgotnej kamery, albowiem będzie nam jeszcze potrzebny. Kamera wilgotna składa się z głębokiego talerza i klosza szklanego. Na talerzu stoi wspomniany i odrysowany na wstępie statyw cynkowy (rys. 7); na talerz nalewa się tyle wody, aby w niej dolny brzeg klosza się zanurzył. Preparat kładzie się na statywie



Rys. 7. Statyw cynkowy do wkładania preparatów.

wie cynkowym, należy się jednakże wprzód przekonać, czy już kropla wody pod szkiełkiem przykrywkowym preparatu w części nie wyparowała. W tym ostatnim wypadku puszczaemy z brzegu pod szkiełko przykrywkowe świeżą kroplę wody, która zostaje wyssaną. Nadto, dla naznaczenia preparatu umieszczamy na szkiełku przedmiotowym odpowiedni napis (najlepiej ołówkiem Fabera, piszącym na szkło), aby później preparatu nie zamienić z innym.



Rys. 8. Ziarna mączki z liścienia *Phaseolus vulgaris*. Pow. 540 r.

Następnie przygotowujemy preparat z suchej mąki fasolowej (*Phaseolus vulgaris*). Ziarna (rys. 8) badane w wodzie są okrągłe lub jajkowate, nieco spłaszczone; przeważa pewna oznaczona średnia wielkość. Uwarstwienie jest bardzo wyraźne i bardzo jednostajne; blaszki są prawie jednakowej grubości. Budowa jest współśrodkowa. Jądro ziarn badanych w wodzie jest wydrążone; w okrągłych ziarnach izodjametryczne, w jajkowatych wydłużone. Od jamki jądra promienisto rozchodzą się szpary, prostopadłe, przerywające warstwy, zwężające się i ostro zakończone; sięgają one prawie do obwodu ziarna.

Odrobinę tej samej mąki w podobny sposób umieszczamy w kropli gliceryny zamiast w wodzie. Ziarna mączki wydają się w tym płynie przeciętnie mniejsze, zaledwie dojrzeć można ślady uwarstwienia, niema



ani wewnętrznej jamki, ani szpar. Te ostatnie tworzą się pod wpływem wody, w której mączka fasolowa nieco pęcznieje, a wielkość ziarn doznaje powiększenia.

Bardzo podobne do ziarn kartoflanych są ziarna zachodnio-indyjskiego Arrow-rootu, zwanego wprost „Arrow-rootem”, z kłącza Maranty, głównie *Maranta arundinacea*; z łatwością można go znaleźć w handlu. Ziarna badane w wodzie są w ogólności mniejsze od kartoflanych, oraz bardziej jednostajnej wielkości, cokolwiek więcej zaokrąglone; uwarstwienie mniej wyraźne. W miejscu jądra znajdujemy zwykle szparę w kształcie szeroko otwartego V.

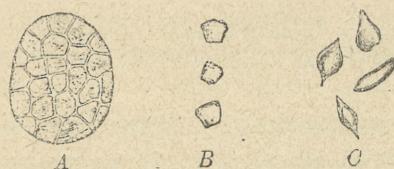


Rys. 9. Mąka z *Triticum durum*. *A* — duże ziarno, *B* — małe ziarna. Pow. 540.

Mąka pszenna przedstawia uwarstwienie bardzo niewyraźne; do badania stosunkowo najlepsze są ziarna mączki z *Triticum durum*. Przetnijmy w pół ziarnczak pszenicy scyzorykiem i zeskrobawszy z powierzchni przecięcia nieco substancji, umieśmy ją w kropli wody na szkiełku przedmiotowym. Duże ziarna mączki są okrągłe, krążkowato spłaszczone i regularnie uwarstwione (rys. 9 *A*); niełatwo dostrzec warstwy, które jednak na wielu ziarnach są widoczne wraz ze środkowym jądrem. Oprócz wielkich ziarn, znajdziemy na preparacie małe ziarna, z wyraźnym różowym jądrem, lecz bez widocznego uwarstwienia. Kilka takich ziarn przedstawia rys. 9 *B*. W wielu preparatach nierzadko się spotyka ziarna złożone, ale ich najczęściej niema, rozpadły się bowiem na ziarna składowe.

Do badania złożonych ziarn mączki pszenicznej najlepiej pozostawić ziarnczak dłuższy czas w wodzie, żeby dobrze napęczniał. Po kilku dniach następuje maceracja tkanki endospermu. Ścianki komórek pękają i wypada mączka. Proces ten trwa do tygodnia. Kawałek endospermu umieszczamy w kropli wody, albo rozcieńczonej glicerynie na szkiełku przedmiotowym i ostrożnie nakrywamy szkiełkiem przykrywkowym. Wtedy można dostrzec część ziarn złożonych zupełnie nieuszkodzonych; ilość ziarn składowych w jednym ziarnie złożonym dochodzi do 25.

Ziarna mączki owsianej najlepiej otrzymać przeciąwszy w pół ziarnczak owsa (*Avena sativa*) i badając w wodzie odrobinę jego zawartości. Spodziewamy tu ziarna złożone w całej okazałości, jak to przedstawia załączony rys. 10 *A*. Wielkość ziarn złożonych jest różna, a stąd i liczba ziarn składowych. Rys. 10 *A* przedstawia ziarno złożone średniej wielkości. Ziarna składowe są wielokątne, odgraniczone od siebie linjami jaśniejszymi. Pomiedzy dużymi ziarnami widzimy małe i coraz mniejsze, złożone już tylko

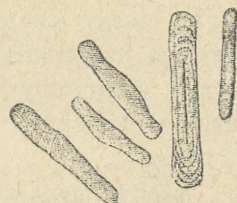


Rys. 10. Mączka z *Avena sativa*. *A* — ziarno złożone, *B* — ziarna częściowe, *C* — ziarna wrzecionowate: w postaci kropli. Pow. 540 razy.



z dwu ziarn pojedynczych; nakoniec zupełnie pojedyncze, między którymi wyróżniają się charakterystyczne dla owsa ziarna wrzecionowatego kształtu podobnego do kropli (C), oprócz tego liczne kanciaste ziarna częściowo (B) pochodzące z wielkich, złożonych ziarn pokruszonych przy preparowaniu. Przeważnie spotykają się ziarna złożone pewnej stałej wielkości, odpowiadające rys. 10 A. Uwarstwienia tu nie widać, jądra są tylko w wyjątkowych razach zaznaczone.

Całkiem odrębny wygląd mają ziarna mączki w soku mlecznym roślin ostromleczowatych (Euphorbiaceae). Odcinamy kawałek łydgi jakiegokolwiek ostromleczka i przenosimy odrobinę wydzielającego się soku mlecznego do przygotowanej kropli wody na szkiełku przedmiotowym. Możemy w tym celu wybrać naprzykład wszędzie rozpowszechnioną *Euphorbia helioscopia*. W soku mlecznym, który z wodą tworzy rodzaj emulsji, ujrzymy rozrzucone małe pręcikowate ciała (rys. 11), będące właśnie ziarnami mączki. Są one

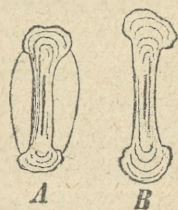


Rys. 11. Ziarna mączki z soku mlecznego *Euphorbia helioscopia*. Po większone 540 razy.

dość mocno błyszczące; uwarstwienie w najlepszym razie zaledwie jest zaznaczone; niekiedy widać podłużną szparę wewnątrz ziarna. Wielkość pręcików jest różna, niektóre w środku są nieco nabrzmiąte. — Daleko piękniejsze ziarna tego rodzaju spotykamy w ostromleczach podzwrotni-

kowych. Wybierzmy do badania *Euphorbia splendens*, tak często spotykaną w cieplarniach i zróbmy preparat w ten sposób jak powyżej z *Euphorbia helioscopia*.

Ziarna mączki mają tutaj kształt kości ramieniowej (rysunek 12), na obu końcach są mniej lub więcej nabrzmiąte, nieco większe aniżeli w naszych krajowych ostromleczach i w nabrzmieniach końcowych przedstawiają wy-



Rys. 12. Ziarna mączki z soku mlecznego *Euphorbia splendens*. Na ziarnie mączki A utwór mączkotwórczy. Pow. 540 razy.

rażne ślady uwarstwienia. Bardzo często na bocznych powierzchniach ziarna widzimy odstającą błonę bezbarwną (A), która nie należy wszakże do substancji ziarna mączki, ale raczej do przylegających plazmatycznych utworów mączkotwórczych, pod wpływem pobrania wody (patrz str. 47). Małe, w wodzie zawieszane kuleczki soku mlecznego znajdują się w ciągłym drgającym ruchu. Jest to

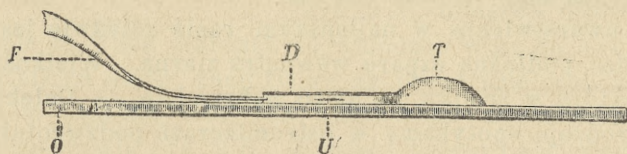
tak zwany ruch molekularny Browna, nie będący wszakże objawem życiowym, lecz jest wywołany czysto mechanicznymi ruchami drobin cieczy.

Po takim zapoznaniu się z kształtem i budową ziarn mączki zbadajmy bezpośrednio pod mikroskopem działanie, jakie na mączkę wywierają niektóre odczynniki. Naprzód wyjmujemy z wilgotnej kamery preparat z mączki kartoflanej. Po dokładnem nastawieniu puszczaemy pod szkiełko kroplę roztworu jodowego (woda jodowa, alkohol jodowy (tyn-



ktura jodowa), albo roztwór jodku potasowego z jodem. Szczególniej poleca się stosowanie roztworu jodu w jodku potasu, przygotowanego w sposób następujący: 0,5 g jodku potasu i 1 g jodu, rozpuszcza się w odrobinie wody, później rozcieńcza do 100 cm. wodą i pozostawia się tak z wydzielonym jodem<sup>1)</sup>. Przy użyciu odczynników należy bardzo baczyć na to, aby kropla nie dostała się na wierzch szkiełka przykrywkowego, skądby mogła następnie zostać przeniesioną na obiektyw. Jeżeli kropla cieczy znajduje się przypadkiem na szkiełku przykrywkowym, należy ją natychmiast zetrzeć bibułą. Gdy odczynnik dostanie się na obiektyw, zanurzamy przed nią jego soczewkę w czystej wodzie i oczyszczamy następnie wspomnianym już kawałkiem płótna, albo papieru ryżowego.

Ażeby bezpośrednio obserwować działanie roztworu jodowego, czekamy póki odczynnik nie dojdzie do tego miejsca preparatu, które wybraliśmy do badania; miejsce to wybrać należy w niezbyt wielkiej odległości od tego brzegu szkiełka przykrywkowego, przy którym puszczone kroplę odczynnika, a następnie posuwając szkiełko przedmiotowe śledzimy postęp działania.



Rys. 13. Zmiana płynu badanego pod szkiełkiem przykrywkowym. *D*—zapomocą paska bibuły, *F*, *O*—szkiełko przedmiotowe, *U*—przedmiot badany w cieczy, która ma być zastąpiona kroplą, *T*—schematyczny obraz z profilu.

W chwili, gdy poczyną się działanie roztworu jodowego ziarna mączki barwią się jasno-niebiesko, wkrótce potem coraz ciemniej, a wkońcu czarno-niebiesko. W pierwszej chwili dzia-

łania uwarstwienie staje się wyraźniejsze, wkrótce wszakże znika i ziarna stają się nieprzezroczyste. Jeżeli użyjemy jodku potasu z jodem w większej ilości, działanie wkrótce wzmaga się do tego stopnia, że powstaje zabarwienie ciemno-brunatne. Suche ziarna mączki, wystawione na działanie pary jodowej, stają się także ciemno-brunatne. Za dodaniem wody do takiego preparatu, barwa brunatna szybko przechodzi w niebieską. Jeżeli działanie odczynnika nie postępuje dość szybko, w takim razie łatwo je przyspieszyć, umieściwszy kawałek bibuły na przeciwległym brzegu szkiełka przykrywkowego w sposób, odrysowany na rys. 13. Piękne fiołkowo-niebieskie zabarwienie ziarn mączki otrzymujemy, wrzucając do badanej kropli między ziarna odłamek blaszki jodu metalicznego. Zabarwienie takie występuje natychmiast dookoła tych odłamków.

Następnie badamy zjawiska pęcznienia, jakie przedstawiają ziarna mączki pod wpływem ługu potasowego (wodan potasowy). Znów

<sup>1)</sup> A. Meyer: Untersuchungen über Stärkekörner. Iena 1895, str. 82.



bierzemy pod mikroskop mączkę kartoflaną i czekamy póki odczynnik puszczone pod szkiełko przykrywkowe nie dojdzie do miejsca badanego. Działanie odczynnika musi być bardzo powolne, jeżeli ma być pouczające. Widzimy wówczas, że w pierwszej chwili działania uwarstwienie występuje wyraźniej, lecz szybko znika, podczas gdy ziarno zwiększa swą objętość. W czasie tego zwiększania objętości, które się odbywa mniej lub więcej jednostajnie, jądro ziarna zostaje wydrążone, poczem w miejscu, gdzie ściana ziarna stawia najslabszy opór, a więc na przednim jego końcu ściana wgina się w tak utworzoną jamkę. W dalszym ciągu zjawisko traci swą prawidłowość i ziarno powiększa się, tworząc szklistą masę znacznej objętości, której granice ostatecznie są zaledwie widoczne.

Wreszcie, spęcznienie mączki można wywołać przez ogrzanie preparatu, jak to czynimy, robiąc klajster. Preparat ogrzewamy nad lampką spirytusową, lub gazową, nie doprowadzając do wrzenia i bacząc, aby odparowaną wodę zastępować świeżą. Jeżeli temperatura podniosła się do 70° C., spostrzeżemy takie same zjawiska pęcznienia, jakie widzieliśmy poprzednio po użyciu potażu.

Początkujący dobrze robi, ograniczając się w pierwszych ćwiczeniach do używania tylko systemów suchych; jeżeli jednak posiada pewną wprawę w mikroskopowaniu i rozporządza obiektywami do immersji wodnej, albo jednorodnej, to z korzyścią może je zastosować do badania ziarn mączki. Ponieważ odległość soczewki dolnej takiego obiektywu od przedmiotu jest bardzo nieznaczna, szkiełka przykrywkowe muszą być więc odpowiednio cienkie (Wstęp, str. 9). Przy użyciu obiektywów do immersji wodnej puszcza się na dolną soczewkę obiektywu kroplę wody dystylowanej zapomocą pałeczki szklanej. Przy opuszczeniu rury, kropla ta styka się ze szkiełkiem przykrywkowym; powstaje cienka warstwa wodna między szkiełkiem a obiektywem. W czasie badania trzeba zwracać uwagę na to, żeby kropla ta nie wyschła. Zresztą, między obiektywem a szkłem jest ona dobrze ochroniona od parowania, tak, że utrzyma się tam kilka godzin. Przy przesuwaniu szkiełka przedmiotowego, kropla immersyjna nie powinna dojść do kraju szkiełka przykrywkowego gdzie mogłaby się pomieszać z cieczą badaną. Jeżeli zaś to nastąpi, natychmiast oczyszczamy obiektyw i usuwamy płyn, znajdujący się na szkiełku przedmiotowym. Jeżeli nie znamy grubości szkiełka przykrywkowego, to w czasie badania, w razie potrzeby, przeprowadzamy korekację przedmiotu. Obracamy pierścieniem bądź w jedną, bądź w drugą stronę i jednocześnie, patrząc przez okular, sprawdzamy wynik. Oprawa korekcyjna we wszystkich prawie obiektywach jest tak urządzona, że soczewka dolna zostaje na swoim miejscu, a przesuwają się tylko górne soczewki systemu, tak że w ciągu całej korekacji przedmiot jest mniej, lub więcej nastawiony. Przy immersji jednorodnej na dolną soczewkę obiektywu puszcza się kroplę płynu immersyjnego (zgęszczony



olejek cedrowy). Płyn ten można nabyć w składach przyrządów optycznych (Wstęp, str. 5). Należy się ograniczyć do możliwie najmniejszej ilości płynu immersyjnego, ponieważ nie paruje on i w czasie badania nie trzeba go zmieniać. Podobnie, jak przy immersji wodnej i tutaj należy zwracać uwagę, by płyn immersyjny w czasie przesuwania szkiełka przedmiotowego nie dostał się na brzeg szkiełka przykrywkowego. Zamiast na dolną soczewkę obiektywu, kroplę immersyjną tak olejku cedrowego, jak wody, można umieścić na szkiełku przykrywkowym. Opuszczamy wtedy rurę na dół, by obiektyw zetknął się z kroplą na szkiełku przykrywkowym. Sposób ten jest dogodniejszy, posiada jednak tę ujemną stronę, że często do płynu immersyjnego dostaje się pęcherzyk powietrza, co szkodliwie wpływa na wyrazistość obrazu, a nawet nieraz zupełnie zakrywa obraz. Ponieważ możliwość dostania się pęcherzyka powietrza do płynu immersyjnego nie jest wykluczoną i w wypadku umieszczenia kropli na soczewkę, przy wszystkich nagłych zatarciach, zamazaniach obrazu, przy pracy z obiektywami immersyjnymi, okoliczność tę należy wziąć pod uwagę. Do oczyszczania obiektywów używamy czystej miękkiej szmatki płóciennej zwilżonej cokolwiek benzyną. Olejek immersyjny usuwamy ze szkiełka przykrywkowego najlepiej pędzelkiem napojonym chloroformem (str. 5).

Jeżeli uczący się rozporządza dużym statywem, może odrazu użyć do niego aparat oświetlający Abbégo (rys. 5, str. 15). Aparat oświetlający Abbégo, umieszczony pod stolikiem przedmiotowym statywu, pozwala na stopniowanie w oświetleniu i dlatego z korzyścią można go użyć i do słabszych powiększeń. Nowe systemy umożliwiają odsuwanie kondensatora na bok, tak że wtedy można pracować tylko z samym lustrem. Poleca się używanie zwierciadła płaskiego, a tylko przy obiektywach bardzo słabych stosuje się zwierciadło wklęsłe, gdy płaskie nie oświetla równomiernie całego pola widzenia. Przy zastosowaniu aparatu należy odpowiednio zwęzić przeponę irysową, co uskutecznia się zapomocą główki, na niej umieszczonej. Tylko przy badaniu preparatów barwionych dobrze jest otworzyć przeponę irysową zupełnie, tak, aby wykorzystać całkowitą ilość światła rzucaną przez aparat. Znikają wtedy zarysy przedmiotu, a miejsca zabarwione występują tem wyraźniej. Jednak przy zwykłym badaniu nie chodzi o to, wtedy zwężamy przeponę irysową ile można najwięcej, ponieważ wówczas zarysy obrazu są ostrzejsze. Rączka, umieszczona na aparacie oświetlającym Abbégo, pozwala na skośne ustawienie przepony irysowej, wskutek czego otrzymujemy skośne oświetlenie; tą samą rączką można przeponę odwrócić i w taki sposób z rozmaitych stron przedmiot skośnie oświetlać. Skośne oświetlenie stosuje się tylko w szczególnych wypadkach, zwykle pracuje się ze światłem, padającym wprost.

Jeżeli początkujący posiada aparat polaryzacyjny, który można umieścić na mikroskopie, powinien obejrzeć mączkę kartoflaną



w świetle spolaryzowanym. Polaryzator umieszcza się w przepoście cylindrycznej małego statywu, albo w diafragmie aparatu oświetlającego w statywie dużym, analizator nakładamy na okular. U Zeissa przyrząd polaryzujący przystosowany do większych statywów (Nr. 12.7880) kosztuje 41 m. z podziałką kątową na analizatorze do statywu V (Nr. 12.7802) 30 m., względnie 45 m. Przy skrzyżowanym położeniu analizatora i polaryzatora, pole widzenia jest czarne, a ziarna mączki są jasne z czarnym krzyżem. Załamują bowiem podwójnie światło<sup>1)</sup>. Odpowiednio do odśrodkowego położenia organicznego środka ziarna mączki i punkt środkowy krzyża ma położenie odśrodkowe.

Na tem kończymy pierwsze zadanie. Odstawiamy mikroskop na bok, chwytając go przytem nie za część górną ze śrubą mikrometryczną, ale za część dolną, która w najnowszych mikroskopach przekształcona jest w rączkę. Przedtem jednak oczyszczamy w sposób wyżej podany obiektywy i okulary. Jeżeli mikroskop nie posiada koła zębatego, wyciągamy rurę z pochwy i grubym ręcznikiem wycieramy ją, jako też i wnętrze pochwy. Następnie wsuwamy mikroskop do pudełka albo ustawiamy pod szklanym kloszem, którego brzeg obłożony jest wójłkiem, aby uchronić przyrząd od kurzu. Od czasu do czasu trzeba ostrożnie naoliwić gwinty i śruby mikroskopu; do tego celu nadaje się tylko tłuszcz pozbawiony kwasu, np. parafina, a jeszcze lepiej biała amerykańska wazelina, którą można nabyć w każdej aptece. Przed oliwieniem oczyszczamy przyrząd benzyną.

## ROZDZIAŁ II.

Przygotowanie skrawka mikroskopowego zapomocą brzytwy. Aleuron. Tłuszcz. Kryształy białka. Przygotowanie preparatów trwałych.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: Groch.— Ziarna pszenicy.— Nasiona białego, albo innego łubinu.— Nasiona rącznika.— Nasiona *Bertholletia excelsa*.

### Najważniejsze odczynniki i barwniki:

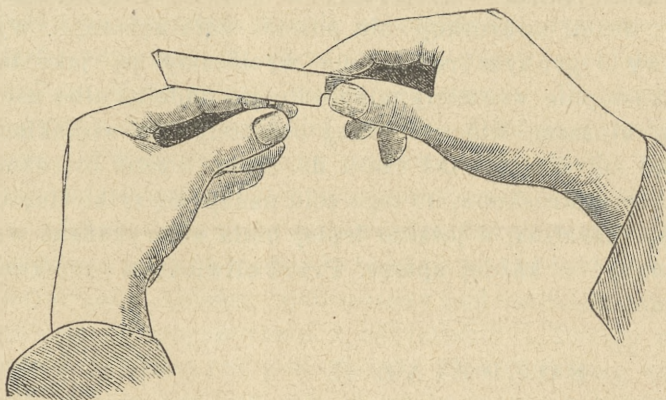
Gliceryna.— Oliwa albo terpentyna.— Alkohol absolutny.— Gliceryna z jodem.— Kwas octowy.— Odczynnik Millona.— 1% kwas osmowy.— Nasycony roztwór kwasu pikrynowego w alkoholu absolutnym.— Karmin boraksowy.— Wodny roztwór zieleni metylowej.— Roztwór zieleni metylowej z fuksyną.— Tynktura alkannaowa.— Eozyna.— Żelatyna glicerynowa.— Lak „Kristallpalast”, kit albo guma arabska.— Olejek goździkowy.— Balsam kanadyjski w chloroformie.

Zbadajmy naprzód groch (*Pisum sativum*). Dojrzałe nasienie przetnijmy napół scyzorykiem w taki sposób, aby oba liścienie zostały wpoprzek przecięte. Następnie na przecięciu przygotowujemy cienki

<sup>1)</sup> Dokładny opis użycia przyrządu polaryzacyjnego podany jest w „Anleitung zur Benutzung des Polarisation mikroskops” H. Ambrona, Lipsk, 1892 i E. Weinschenk, 4 wydanie. Freiburg. i. Bz. 1919.



skrawek ostrą, wklęsło szlifowaną brzytwą. Co do użycia brzytwy, należy zauważyć: 1) płaszczyznę przecięcia trzeba zwilżyć, co zwykle uskutecznia się zapomocą wody, w niniejszym przypadku zapomocą gliceryny, albowiem preparat uległby w wodzie zniszczeniu; dlatego będziemy go badać w glicerynie. 2) Pierwszego skrawka nie można używać, albowiem scyzoryk zanadto nadwyrężył tkankę. 3) Z tkanki tak twardej, jak grochu, należy robić bardzo małe i nader cienkie skrawki, w przeciwnym bowiem razie brzytwa z łatwością się wyszczerbia. Jeżeli ostrze zapuściliśmy zbyt głęboko i spostrzegamy, że opór wzrasta, w takim razie wyciągamy brzytwę, nie wykończając skrawka. 4) Przygotowanie skrawka rozpoczynamy nie od naturalnej powierzchni przedmiotu, ale od powierzchni przygotowanej poprzednim cięciem; opierając na niej ostrze brzytwy, zyskujemy pewniejszą podporę dla wykonania cienkiego



Rys. 14. Trzymanie rąk podczas przygotowania skrawka mikroskopowego z pomocą brzytwy.

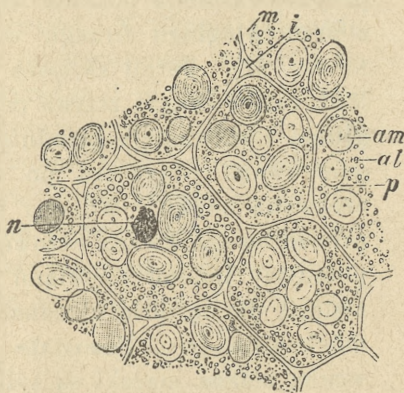
skrawka. Wyjątek stanowią szczególne cele badania. 5) Ażeby otrzymać rzeczywiście dobry skrawek, to jest taki, w którymby pojedyncze pierwiastki tkanki nie były rozerwane, należy brzytwę powoli przeciągać, wykonując ruch krajania, nie strugania. Dlatego trzeba się przyzwyczaić do swobodnego o ile można, władania ręką bez opierania jej na drugiej ręce (rys. 14). Można zato obie ręce ku pierśm przybliżyć, nie przeszkadza to bowiem bocznym ruchom ręki podczas krajania. Grzbiet brzytwy oprzeć należy na palcu wskazującym ręki, w której trzymamy przedmiot. 6) Ponieważ trudno w palcach utrzymać tak mały i tak twarde przedmiot, jak połówka grochu, przeto używamy małego, we wstępie wspomnianego śrubsztaka. W śrubsztaku osadzamy połówkę grochu dosyć głęboko. 7) Nie zadowolamy się jednym skrawkiem, lecz przygotowujemy zawsze większą ich liczbę dla wybrania najlepszych do badania. Brzytwę używaną przeciągamy od czasu do czasu na pasek. Lepszy jest pasek ze stałą podstawą od wolno napiętego. Szlifowania brzytwy na kamieniu najlepiej nauczyć się u fabrykanta narzędzi.

Skrawek tak otrzymany należy badać w glicerynie stężonej, lub rozcieńczonej mniej więcej jedną trzecią objętością wody dystylowanej. Czysta woda nie da się tu zastosować, gdyż wkrótce wywołuje zjawiska



dezorganizacji w zasadniczej substancji komórek. Skrawki najlepiej przenieść z brzytwy na szkiełko przedmiotowe zapomocą cienkiego pędzelka. Ażeby zdjąć skrawek, przyciskamy doń pędzelek i zsuwamy skrawek z ostrza. Jeżeli skrawek przylega do pędzelka na znacznej przestrzeni, w takim razie nie będzie się związał, co przeciwnie łatwo może nastąpić, jeżeli skrawek usiłujemy przenieść na szkiełko, chwytając go za brzeg szczypczykami. Skrawek przylegający do pędzelka zanurzamy napłask w kropli cieczy, znajdującej się na szkiełku przedmiotowym, poczem pędzelek odsuwamy na bok, jednocześnie go obracając. Jeżeli chcemy odwrócić skrawek leżący na szkiełku przedmiotowym, wówczas przyciskamy pędzelek do szkiełka, tak, aby brzegiem dotykał skrawka, poczem obracamy go. Tym sposobem skrawek bardzo łatwo zostaje wciągnięty na powierzchnię pędzelka i może być razem z nim odwrócony. Innych, podobnych sposobów postępowania nabywa się przez wprawę. Pędzelek, po każdym użyciu należy obmyć w wodzie.

Skrawek grochu rozpatrywany przy silniejszym powiększeniu przedstawia tkankę złożoną z okrągłych komórek (rys. 15). W miejscach, gdzie trzy komórki stykają się z sobą znajduje się trójkątny przestwór międzykomórkowy wypełniony powietrzem (*i*). Powietrze wydaje się czarnem, tak samo jak brzeg wyżej opisanych pęcherzyków powietrza; z konieczności musi ono tutaj okazywać kształt przestrzeni, którą wypełnia. Ściana komórek (*m*) jest dość gruba. Na załączonym rysunku trzy środkowe komórki przedstawiono w całości, komórki zaś do nich przylegające tylko w części. W każdej komórce widzimy duże ziarna mączki (skrobi) (*am*); przypatrzwszy się zaś uważniej, znajdziemy pomiędzy nimi i mniejsze ziarna (*al*). Małe ziarna są pogrążone w substancji niezmiernie drobnoziarnistej (*p*). W cieńszych miejscach skrawka niektóre ziarna mączki powypadały, pozostawiając odpowiedniego kształtu przestrzenie w ziarnistej masie. Małe ziarna są ziarnami proteinowymi, zwanymi glutenem czyli aleuronem; pogrążone są w zasadniczej substancji komórek. Zabarwienia, jakie występują po dodaniu do preparatu roztworu jodowego, dają nam z łatwością poznać pojedyncze części składowe komórek. Krople roztworu jodowego zapuszczamy pod szkiełko przykrywkowe, że jednak roztwór jodowy bardzo powoli miesza się z gliceryną, a z drugiej strony nie chodzi nam tu o badanie przebiegu reakcji, przeto przyspieszamy



Rys. 15. Z liścienia grochu. *m* — ściana komórki, *i* — przestrzeń międzykomórkowa, *am* — mączka, *n* — jądro, to ostatnie wrysowane dla uzupełnienia obrazu według reakcji z kwasem octowym i zielenią metylenową. Pow. 240 razy.



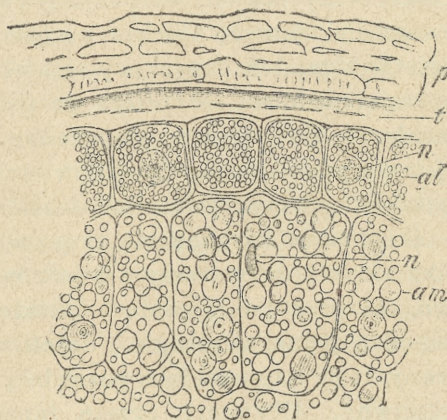
ją, podnosząc nieco szkiełko przykrywkowe zapomocą igły, przez co roztwór jodowy miesza się z gliceryną. Opierając jednocześnie drugą igłę o przeciwny brzeg szkiełka przykrywkowego, zapobiegamy zsunięciu się tego ostatniego. Ziarna mączki barwią się na niebiesko-fioletowy kolor, ziarna glutenu i substancja zasadnicza na żółto. Gluten i zasadnicza substancja barwią się bardzo wydatnie przy użyciu jodku potasu; wszelako ziarna mączki barwią się wówczas za mocno i wydają się czarno-brunatne. Włożywszy skrawki grochu do kropli boraks-karminu, spostrzeżemy, że substancja zasadnicza, a potem i ziarna glutenu w krótkim czasie przybierają ciemno-czerwoną barwę; ziarna mączki pozostają bezbarwne. Reakcja staje się szczególnie wydatną, jeżeli po zabarwieniu roztwór karminu zastąpimy rozcieńczoną gliceryną, lub wodą. Dokonywamy tego, oddalając bibułą z jednego brzegu szkiełka przykrywkowego roztwór karminu, a jednocześnie dodając do preparatu z przeciwnego brzegu wody, lub rozcieńczonej gliceryny (por. rys. 13 str. 22). Jeżeli skrawek umieścimy w azotanie rtęciowym (odezynniki Millona), wówczas ziarna mączki silnie pęcznieją i stają się niewidzialne, gluten i substancja zasadnicza wkrótce się dezorganizują, a masa zdeorganizowana przybiera po jakimś czasie charakterystyczną ceglasto-czerwoną barwę. Włóżmy jeszcze jeden skrawek do mieszaniny jedno-procentowego kwasu octowego z zielenią metylową. W każdej komórce, pomiędzy innymi częściami składowymi, wkrótce spostrzeżemy niebiesko-zieloną plamę dość nieoznaczonych zarysów. Plama ta jest jądrem komórkowym (*n*). Pozostałe części składowe komórki nie zabarwiły się wcale; ziarna mączki są tylko nieco rozpęczniałe (przedstawiają promienisto ułożone szczeliny, czego w glicerynie nie widzieliśmy); ziarna glutenu także powiększyły się cokolwiek i wydają się jakby dziurkowate, a nawet wydrażone. Mieszanina kwasu octowego z zielenią metylową jest przeto, jak widzimy, odczynnikiem, którego w danym przypadku użyć można za specyficzny środek do zabarwienia jąder. Jednocześnie barwią się wprawdzie i ściany komórek, co jednakże nie zmniejsza wartości tego środka jako odczynnika na jądro. Ściany komórek barwią się pięknie jasno-niebiesko i wskutek tego daleko wyraźniej niż przedtem występują w preparatach glicerynowych. Przewroty międzykomórkowe także stają się wydatniejsze. Obraz jest jeszcze ładniejszy, jeżeli do zieleni metylowej dodamy tyle fuksyny, by początkowy niebieski roztwór przybrał zabarwienie fiołkowe; takim roztworem barwików działamy na skrawki grochu. Jądra i ścianki komórek barwią się, podobnie jak przedtem, na niebiesko, ziarna aleuronu i substancja zasadnicza na czerwono. Takie samo zabarwienie, cokolwiek słabsze otrzymujemy, zamieszczając skrawki grochu w kropli gliceryny, do której dodano kroplę barwika podwójnego; wtedy jednak ziarna aleuronu pozostają nieuszkodzone.

Tak więc w zabarwieniu żółto-brunatnem wywołanem przez jod, w zdolności pochłaniania barwników, w zabarwieniu ceglasto-czerwonym



przez sól Millona, poznaliśmy najważniejsze cechy, służące do wykrycia pod mikroskopem ciał białkowych, zwłaszcza ciał proteinowych, względnie globulin, do nich bowiem należą ziarna glutenu, jako też protoplazma (plazma) komórki. Reakcja Millona występuje w większości wypadków branych pod uwagę w badaniach tego rodzaju; należy tu jednak zwrócić uwagę, że powstanie jej warunkują nie ciała białkowe, ale szczególne produkty rozpadu tych ciał. Toż samo można powiedzieć o używanej często na ciała białkowe reakcji ksantoproteinowej; działaniem stężonego kwasu azotowego otrzymujemy żółte zabarwienie ciał proteinowych. Nieznaczne ogrzanie przyspiesza tę reakcję, dodanie amonjaku, albo ługu potasowego wzmacnia ją znacznie. W preparatach, umieszczonych w stężonym roztworze cukru, do którego dodano stężonego kwasu siarkowego występuje reakcja Raspaila, czerwone albo mniej lub więcej fioletowe zabarwienie ciał białkowych. Jednak stężony kwas siarkowy barwi wiele glukosydów i alkaloidów na czerwono. Fioletowe zabarwienie ciał białkowych otrzymujemy, traktując je siarczanem miedzi i ługiem potasowym; reakcja ta jest często niewyraźna i nie występuje mimo obecności ciał białkowych. Przed ostatecznym wypowiedzeniem sądu co do natury danego ciała trzeba więc wykonać cały szereg reakcyj. Nagromadzanie barwików daje nam bardzo ważne wskazówki co do różnicy między poszczególnymi składnikami ciała komórkowego. Substancja jądra komórkowego wyróżnia się szczególnie mocnym powinowactwem chemicznym do wielu barwików. Protoplazma nagromadza silne barwiki dopiero wtedy, gdy zostanie zabita, albo znajduje się w stanie nieczynnym. Dlatego też ciała aleuronowe, składające się z białek martwych (globuliny), natychmiast pochłaniają barwiki, jak również protoplazmatyczne składniki nasion będące dzięki wysuszeniu w stanie śmierci pozornej. W stanie czynnym składniki plazmatyczne (protoplazma, jądro komórkowe, chromatofory) nie dają się wcale barwić, albo bardzo słabo i to tylko przez niektóre barwiki.

Jako drugi przedmiot, weźmy do zbadania ziarnaczak pszenicy (*Triticum vulgare*). Naprzód scyzorykiem przetnijmy nasienie wpoprzek na dwie połowy i osadzmy jedną połowę w małym śrubsztaku ręcznym w celu wykonania skrawków. Ostrze brzytwy należy tutaj tak prowadzić, aby otrzymać skrawek sięgający aż do powierzchni nasienia.



Rys. 16. Przekrój poprzeczny przez ziarno pszenicy (*Triticum vulgare*). *p*—okrywa ziarna, *t*—skórka ziarna. W następujących poniżej komórkach endospermu: *al*—aleuron, *am*—ziarna mączki, *n*—jądro. Pow. 540 razy.



Płaszczyznę przecięcia zwilżamy gliceryną i w tymże płynie badamy otrzymany preparat (rys. 16). Pod skórką, zbudowaną ze spłaszczonych i obumarłych komórek, przedstawiającą powłokę owocu i nasienia, leży warstwa komórek prostokątnych, szczelnie wypełnionych małymi ziarnami glutenu (*al*). Warstwa ta zawiera również tłuszcze i dlatego jej komórki zwą się tłuszczowemi. Ziarna aleuronu pogrążone są w drobnoziarnistej substancji zasadniczej. Do tej warstwy przytykają wydłużone, nie tak regularne komórki, zawierające większe i mniejsze ziarna mączki.

Postarajmy się zachować dobrze wykonany skrawek pszenicy, przyczem poznamy sposób otrzymywania trwałych preparatów. Wybierzmy naprzód sposób najprostszy, tem bardziej godzien zalecenia, że daje bardzo dobre wyniki: mianowicie zamkniemy preparat w glicerynowej żelatynie. Na szkiełko przedmiotowe kładziemy tyle tej galaretowatej substancji, ile potrzeba dla utworzenia kropli, poczem ogrzewamy powoli szkiełko przedmiotowe nad lampką spirytusową, póki się galareta nie rozplynie. Łatwo się zdarzy, że na szkiełko przedmiotowe zbyt wiele nałożymy glicerynowatej żelatyny, kropla wtedy jest zbyt duża i trzeba część jej usunąć zapomocą bibuły. Aby uniknąć tej niedogodności, rozgrzaną płynną żelatynę glicerynową wylewamy na talerz, gdzie zastyga, tworząc cienką warstwę. Taką galaretę krajemy na małe kawałki, tworzące na szkiełku przedmiotowym krople określonej wielkości. Kawałki żelatyny glicerynowej przenosimy do naczynia i przechowujemy do ponownego użycia. Przenosimy wtedy skrawek do kropli i nakrywamy szkiełkiem przykrywkowem. Dobrze jest poprzednio ogrzać to ostatnie, inaczej bowiem pozostać mogą w preparacie pęcherzyki powietrza; z tej też przyczyny szkiełko przykrywkowe należy kłaść nie zupełnie poziomo, lecz nieco go pochylić. Jeżeli, pomimo to, powietrze dostało się do preparatu, ogrzewamy lekko szkiełko przedmiotowe i usiłujemy wydalić pęcherzyki powietrza, ostrożnie podnosząc z jednej strony szkiełko przykrywkowe. Jeżeli obecność powietrza nie przeszkadza, w takim razie możemy się zrzec wydalenia go. Umieszczając w kropli kilka skrawków, staramy się je równo w niej rozmieścić, zdarza się wszelako, że przy pokrywaniu szkiełkiem skrawki przesuwają się, a nawet zachodzą jedne na drugie. Jeżeli wtedy podniesiemy szkiełko z jednej strony, aby zaprowadzić porządek, zwykle otrzymujemy skutek wprost przeciwny. Używamy przeto innego, stosunkowo prostszego sposobu. Ogrzewamy mianowicie szkiełko przedmiotowe, aby kroplę uczynić o ile można płynną i pod szkiełko przykrywkowe wprowadzamy włos. Włosem tym staramy się przedmioty uporządkować, co się zwykle dobrze udaje. — Zanim przykryjemy preparat szkiełkiem, należy się przekonać, czy do kropli żelatyny nie dostały się cząsteczki kurzu, które trzeba wydalić igłą.

Preparaty w żelatynie glicerynowej nie potrzebują żadnego zaklejania, wykonywają się w nader prosty sposób, a że większość przedmio-



tów roślinnych, nawet barwionych, dobrze się przechowuje w tym płynie, przeto sposób ten zasługuje na polecenie.

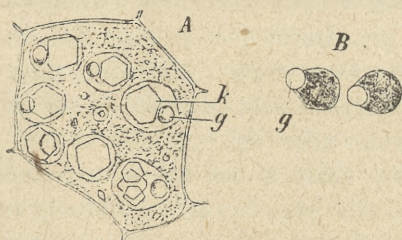
Po przygotowaniu preparatu, szkiełko przedmiotowe należy opatrzyć na obu końcach listewkami bezpieczeństwa. Są to kawałki grubego papieru rysunkowego szerokości szkiełka przedmiotowego, na których umieszcza się napisy dotyczące się preparatu i które pozwalają kłaść preparaty jeden na drugim. Przedewszystkiem trzeba zaznaczyć nazwę rośliny, przedmiotu i substancji, w której przedmiot jest zamknięty, rodzaj barwienia, jeżeli ono było zastosowane, oraz daty. Najlepiej przyklejać listewki lakierem zwanym *Cristall-Palast-Lack*; dostać go można w wielkich składach materiałów aptecznych, albo też „syndetikonem”. Jeżeli rozporządzamy tylko gumą, w takim razie końce szkiełka przedmiotowego oklejamy paskiem papieru tak, aby jego brzegi zachodziły na siebie, i na niem dopiero przytwierdzamy listewki; inaczej te ostatnie łatwo się odklejają. Takiemu odklejaniu się listewek można zapobiec, przyklejając je bezpośrednio na szkiełko przedmiotowe roztworem gumy z siarczanem glinowym (do roztworu 100 g gumy w 250 cm. wody dodaje się 2 gr. siarczanu glinowego rozpuszczonego w 20 cm. wody). Na preparatach przechowywanych, jak się to zwykle dzieje w teczkach, albo pudełkach, przedstawionych na rys. 2 i 3, naklejamy zwykle cienkie etykiety papierowe. Wskutek nieznacznej ich grubości nie odklejają się tak łatwo, jak listewki.

Weźmy teraz nasienie białego łubinu (*Lupinus albus*) lub pokrewnego gatunku. Przetnijmy je w poprzek na dwie połowy i ze zwilżonej powierzchni przecięcia przygotujmy cienkie skrawki. Preparaty badane w wodzie przedstawiają komórki, zawierające zaokrąglone ziarna glutenu z wodniczками. Ażeby widzieć ziarna w naturalnej postaci, umieszczamy preparat w glicerynie. Ziarna są wtedy zrazu błyszczące, kanciaste, powoli stają się wewnątrz delikatnie siatkowate, ziarniste. Wypełniają zupełnie komórki, szczelnie stykając się z sobą; pomiędzy nimi znajduje się mała ilość zasadniczej substancji, która obficie występuje na ścianach komórek. Ściany te są mocno zgrubiałe i kropkowane; budowę taką później dopiero badać będziemy na stosowniejszych przedmiotach. W glicerynowym roztworze jodu ziarna przybierają piękną złoto żółtą barwę, a w alkoholowym roztworze karminu boraxowego barwią się na czerwono.

Następnie przecinamy w poprzek nasienie rącznika (*Ricinus*) i przygotowujemy odpowiednie preparaty. Tkanka bielkowa wybornie daje się krajać, zawiera dość tłuszczu i nie potrzeba jej zwilżać. Pierwsze skrawki badamy w wodzie, albo w terpentynie. Aleuron, znajdujący się w komórkach tkanki, występuje w postaci drobnych, jajkowatych ziarn (rys. 17 B). Węższy koniec ziarna wypełniony jest zwykle małym kulistym tworem; wygląda, jakgdyby był próżny, ponieważ słabiej załamuje światło, niż oliwa, względnie olejek terpentynowy. Jest to tak



zwany globoid, składający się z globulin, połączonych z solami magnezu i wapnia (phytyna) organicznego kwasu fosforowego (kwas phytinowy). Również i w globoidach rącznika wykryto kwas bursztynowy. Reszta ziarna aleuronu jest biała, silnie załamuje światło, tu i owdzie mniej lub więcej kanciasta. — Inne skrawki badamy w wodzie. Globoidy załamują silniej światło, niż ziarna aleuronu; z łatwością stwierdzamy teraz, że



Rys. 17. Z endospermy *Ricinus communis* A — komórka endospermu z zawartością w wodzie, B — pojedyncze ziarna aleuronu w oliwie, g — globoid, k — kryształ białka. Pow. 540 razy.

są to ciała stałe (rys. 17 A). Ziarna aleuronu są pogrążone w substancji zasadniczej w tłuszcz bogatej i zawierają jedno, czasem dwa i więcej kryształów białkowatych. Przy dłuższym działaniu wody substancja zasadnicza, w której są ziarna glutenu pogrążone, zostaje zdezorganizowana; wielkie masy oleju tłustego zbierają się wokoło i na powierzchni przedmiotu. Przylegające w części do tego ostatniego, jako też do szkła i wtedy przybierają postać nieregularną, w części zaś leżą swobodnie

i są kuliste. Zwykle zawierają wewnątrz liczne wodniczki. Nastawiwszy na optyczne przecięcie takiej kuli oleistej, spostrzeżemy, że jest jasno-szara i otoczona wąskim, czarnym pasem. Przy opuszczaniu rury, czarny brzeg znika, krążek otoczony jest pasem jaśniejszym. Przy podniesieniu rury, czarny brzeg staje się szerszym, aniżeli był przy średnim nastawieniu. Tak więc krople tłuszczu przedstawiają zjawiska wprost przeciwne tym, jakie wyżej opisano dla pęcherzyków powietrza. Powietrze łamie słabiej światło, tłuszcz mocniej, aniżeli woda: dlatego ciała te zachowują się przeciwnie, o czym pamiętać należy przy przyszłych poszukiwaniach. Ciała słabiej łamiące światło od środka, w którym je badamy, przedstawiają tem mniejszą, jaśniejszą część wewnętrzną, i szerszą, ciemniejszą część wewnętrzną, im niżej opuścimy rurę mikroskopu, podczas gdy ciała silniej łamiące światło przedstawiają też same zjawiska w odwrotnym kierunku.

Jeżeli do preparatu rącznika znajdującego się w wodzie dodamy absolutnego alkoholu, preparat się nieco wyjaśnia, a jednocześnie w ziarnach glutenu występują wyraźnie bardzo kryształy białkowate. Zarysy ich są teraz tak dokładne, że metodę tę polecić można w celu badania formy kryształów. Są to kryształy połowiczne (hemiedryczne) tetraedryczne systemu sześciennego. Po dłuższym działaniu alkoholu krople tłuszczu powoli znikają, albowiem olej rącznikowy miesza się z alkoholem absolutnym, czem się różni od innych olejów tłustych. — Przygotujmy teraz drugi preparat, umieścimy go na szkiełku przedmiotowym w kropli kwasu octowego, i nakryjmy szkiełkiem. Kryształy białkowate w ziarnach glutenu pęcznieją i znikają, same ziarna zwięk-



szają znacznie objętość, globoidy także stają się większe i wyraźniej występują w każdym ziarnie. Kropli tłuszczu wcale zato nie widać, albowiem olej rącznikowy także wyjątkowo miesza się z kwasem octowym. Alkohol bezwodny i kwas octowy wcale nie rozpuszczają innych olejów tłustych, lub tylko nieznacznie, zato rozpuszczają olejki lotne, są więc najlepszymi odczynnikami dla rozróżniania tych ciał pod mikroskopem. W obu wymienionych odczynnikach terpeny rozpuszczają się nieco trudniej od innych olejków lotnych, chloroform i eter rozpuszczają zarówno oleje tłuste, jak i lotne. Do preparatu, leżącego w wodzie, dodajemy tynktury alkannowej rozcieńczonej wodą. Masy tłuszczowe wkrótce pochłaniają barwnik i stają się ciemno-brunatne; reakcja ta wspólna jest także olejkom lotnym i żywicom. Kryształy białkowe bardzo też pięknie występują, jeżeli skrawki zanurzymy w 1% kwasu nadosmowego; powoli przybierają one odcień brunatnawy. Tłuszcz czernieje zwolna pod wpływem 1% kwasu nadosmowego; własność ta, wspólna olejkom lotnym, nie jest wszakże charakterystyczna, albowiem wiele innych ciał organicznych czernieje także w kwasie nadosmowym.

Skrawki rącznika można bardzo pięknie utrwalić stężonym roztworem kwasu pikrynowego w alkoholu bezwodnym, następnie zabarwić eozyną i przechować, jako preparat trwały. Utrwalenie w kwasie pikrynowym z alkoholem trwa kilka godzin; potem skrawki przepłukujemy alkoholem i umieszczamy na kilka minut w roztworze eozyny w alkoholu bezwodnym. Z barwnika przekładamy skrawki znowu do alkoholu bezwodnego, następnie do olejku goździkowego i wreszcie do kropli balsamu kanadyjskiego na szkiełku przedmiotowym i nakrywamy szkiełkiem przykrywkowym. W preparacie tak sporządzonym substancja zasadnicza zabarwiła się ciemno-czerwono, kryształy białka na żółto, a globoidy pozostały bezbarwne.

Nader piękne kryształy białkowe, z łatwością wykazujące wszystkie reakcje białka, znajdujemy w bielmie nasienia rośliny *Bertholletia excelsa*, t. j. w tak zwanych orzechach amerykańskich, wszędzie znajdujących się w handlu. I tutaj niezmiernie łatwo otrzymać dobre skrawki. Jeżeli do preparatu leżącego w wodzie dodamy alkoholu bezwodnego, kryształy białkowe występują bardzo wyraźnie. Olej tłusty nie ulega działaniu alkoholu. Nie zmienia się także pod wpływem kwasu octowego, podczas gdy kryształy białkowe stają się bardzo wyraźne. Są one tak wielkie, że przy małych stosunkowo powiększeniach dokładnie można ich kształt ocenić. Obok kryształu leży globoid, przedstawiający się, jako nieregularny agregat mniej więcej kulisty. Substancja zasadnicza jest bardzo bogata w tłuszcze i pod wpływem 1% kwasu nadosmowego powoli czernieje. Ziarnista treść ziarna glutenu także przybiera wkrótce ciemną barwę, gdy tymczasem kryształy bardzo powoli barwią się na żółto. Kryształy są optycznie jednoosiowe, sześciokątno-romboedryczne hemiedryczne.



## ROZDZIAŁ III.

Ruchy protoplazmy. Jądro komórkowe. Rysowanie przy pomocy kamery. Oznaczenie powiększenia. Plazmoliza.

### Materiał do badań:

- Latem:** świeże, otwierające się kwiaty *Tradescantia virginica* albo innego gatunku *Tradescantia*, jak np. *Tradescantia zebrina*; świeże młode wąsy dyni, albo świeże kwiaty z gatunku *Lamium*, albo cebula z *Allium Cepa*. Świeże, czerwone, błękitne, fioletowe albo podobnie zabarwione kwiaty. — Świeże, całe rośliny *Hydrocharis morsus ranae*, albo *Trianea bogotensis*. — Świeże liście z *Vallisneria spiralis* albo pędy z *Helodea canadensis*.
- Zimą:** też same rośliny z wyjątkiem *Tradescantia virginica* i *Lamium*; poza tem dojrzałe owoce z *Ligustrum vulgare*. — Roślinki dyni na czas można wyhodować w doniczkach. — Rośliny wodne z łatwością trzymają się w akwarjach.

### Najważniejsze odczynniki:

Stężony roztwór cukru albo gliceryny. — Alkohol absolutny.

Aby zbadać zjawiska ruchu w żyjącej protoplazmie, wybieramy włoski, znajdujące się na nitkach pręcikowych u *Tradescantia*.



Rys. 18. Komórka z włoska na pręcikach u *Tradescantia virginica*. Pow. 240 razy.

*Tradescantia virginica* kwitnie od maja aż do późnej jesieni i można ją znaleźć w każdym ogrodzie botanicznym. Długie fioletowe włoski na pręcikach rzucają się odrazu w oczy przy rozpatrywaniu kwiatów. Do badania wybieramy otwierające się kwiaty albo świeżo otwarte. Preparat robi się w ten sposób, że wiązkę włosków chwytamy u nasady szczypeczykami, odrywamy i przenosimy do kropli wody. Również i całą nitkę pręcikową można umieścić pod szkiełkiem przykrywkowym po uprzednim usunięciu pylników. Pomiędzy włoskami pozostają zwykle pęcherzyki powietrza, które trudno oddalić. Najlepiej udaje się to zapomocą cienkiego pędzelka, który przesuwamy po włoskach, jednocześnie trzymając je u podstawy szczypeczykami, dopiero potem kładziemy szkiełko przykrywkowe.

Włoski z *Tradescantia* składają się z licznych beczkowato nabrzmiałych komórek ułożonych w pojedynczy szereg. W miejscach węższych znajdują się przegrody oddzielające komórki jedną od drugiej. Każda komórka (rys. 18) zawiera cienką nieprzerwaną warstwę ściennej protoplazmy oraz liczne cieńsze i grubsze sznureczki protoplazmatyczne, przerywające komórkę. Wewnątrz tych

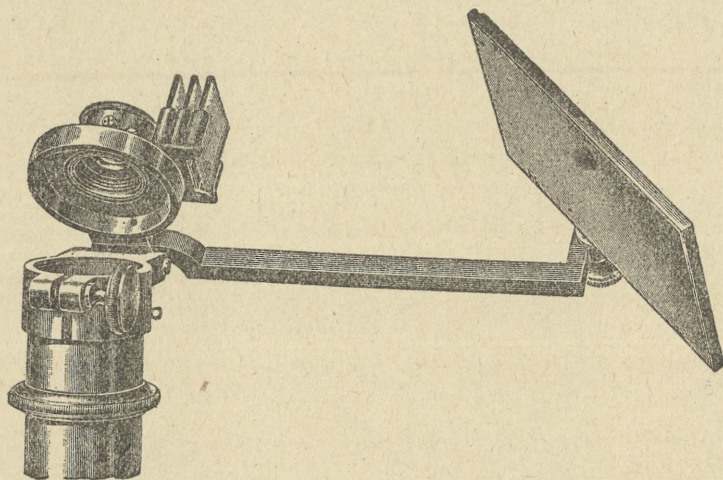


strumieni zawieszono jest jądro komórkowe, otoczone ciągłą warstwą plazmy (cokolwiek niżej środka na rys. 18). Światło komórki przezręczane strumieniami jest wypełnione fioletowym sokiem komórkowym. Protoplazma wygląda jako bezbarwna półpłynna substancja, zawierająca liczne drobnutki twory, zwane mikrozoatami albo mikrozoami. Te mikrozoomy występują w najrozmaitszej postaci. Częściowo są one stałe, częściowo są pęcherzykowate, wypełnione płynną treścią silnie załamującą światło. Poza tem w protoplazmie spotykamy mniej lub więcej liczne ziarenka cokolwiek większe silnie załamujące światło, niebieskawego koloru, które nazywamy ziarnami mączko twórczemi, albo leukoplastami. — Jeżeli nastawimy wyraźnie mikroskop na warstwę ścienną protoplazmy, przekonamy się, że nie porusza się ona w całości, ale raczej przebiegają w niej cienkie siatkowato ze sobą połączone strumyki plazmy. W sznureczkach plazmatycznych, przerywających światło komórki, ruch ten jest najbardziej intensywny. Sznurowadki te posiadają najrozmaitszą szerokość; od czasu do czasu łączą się z sobą brzegami i głównie ześrodkowują się koło jądra komórki. W większości sznureczków można wyróżnić tylko jeden kierunek prądu, bardzo często jednak, nawet w bardzo cienkich sznureczkach, widzimy dwa prądy, poruszające się w kierunkach przeciwnych. Ruch dostrzec się daje dzięki temu, że protoplazma unosi z sobą mikrozoomy i leukoplasty. Przy dłuższem badaniu możemy zauważyć, że strumienie zmieniają swą grubość, położenie i kształt. Powstają nowe gałęzie, dawne zaś stają się w środku cieńsze, nakoniec przerywają się i giną. W ten sposób obraz zmienia się ciągle. — Kształt jądra jest prawie kulisty, w wielu wypadkach owalny, cokolwiek spłaszczony. Przy najsilniejszych powiększeniach, jakimi rozporządzamy, jądro wydaje się delikatnie kropkowane i można w niem odróżnić kilka większych ziarn (jąderka). Niekiedy w jednej komórce znajdują się dwa jądra, jedno tuż obok drugiego. Jądro potrącone strumieniami protoplazmy w jedną i drugą stronę powoli zmienia swoje położenie w komórce. Aby się o tem przekonać, szybko sporządzamy szkic komórki i po pewnym czasie porównujemy ze szkicem położenie jądra i strumieni. Wprawdzie tylko przy pomocy aparatu do rysowania możemy sporządzić taki szkic. Tylko taki rysunek może mieć wartość rozstrzygającą przy późniejszym porównaniu. Dlatego też spróbujmy zaraz zapoznać się z użyciem przyrządów do rysowania.

Aparat do rysowania według Abbého polecony odrazu na wstępie i na str. 36, przedstawiony na rys. 19, po usunięciu okularu, przyczepiamy zapomocą pierścienia na rurze mikroskopu i umocowujemy go na niej, pokręcając umieszczoną z boku śrubę. Następnie oprawę pryzmatu razem z lusterkiem skręcamy w dół (jak na rysunku) tak, że możemy swobodnie patrzeć przez nałożony potem okular. Jeżeli nastawiliśmy na obraz, który chcemy rysować, wówczas pryzmat nasuwamy z powrotem na okular i patrzymy przez niego w rurę.



Kto, jak to się zwykle dzieje, mikroskopuje lewym okiem, musi przesunąć rączkę z lusterkiem tak daleko naprzód, aby mu nie przeszkadzała. Obraz zostaje rzucony na płaszczyznę poziomą pod lusterkiem. Na odpowiednim pulpicie rysunkowym kładziemy arkusz dobrego gładkiego papieru do rysowania i trzymamy koniec ołówka nad nim. Jeżeli koniec ołówka znajduje się na odpowiednim miejscu, to wówczas musimy go zobaczyć razem z rysunkiem przedmiotu, również w polu widzenia mikroskopu. Koniec ołówka zostaje uwidoczniiony dzięki podwójnemu odbiciu po raz pierwszy w lusterku, drugi raz na posrebrzonej płaszczyźnie małego pryzmatu zamkniętego w oprawie aparatu w punkcie ocznym okularu, gdy obraz mikroskopowy dochodzi do naszych oczu przez maleńki otworek w miejscu posrebrzonym tegoż pryzmatu. Jeżeli



Rys. 19. Mały przyrząd do rysowania według Abbého (Nr. 12.6010 z Zeissa). Na tym rys. oprawa pryzmatu razem ze zwierciadłem jest odchyłona na bok.

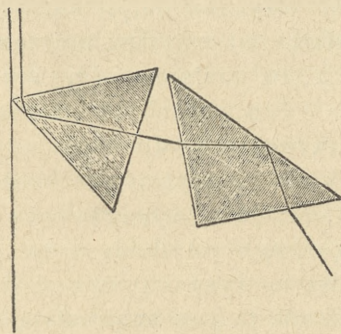
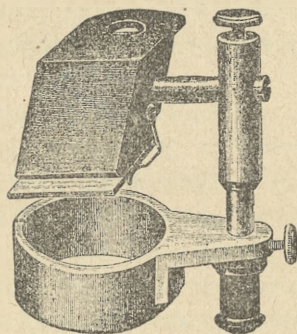
górną powierzchnię pulpitu rysunkowego nie znajduje się w wyraźnym polu widzenia obserwatora, wówczas koniec ołówka rysuje się niewyraźnie, a pulpit rysunkowy musimy umieścić albo wyżej, albo też w rzadkich wypadkach niżej. Potrzebną wysokość można najpierw wypróbować przy pomocy książek nałożonych jedna na drugą. Jeżeli krótkowidz albo dalekowidz chce rysować w pożądanej odległości normalnego wyraźnego widzenia, t. j. na 250 mm., według której optyk ocenia swoje powiększenie, wówczas musi on w górnym otworze przyrządu rysunkowego umieścić odpowiednie szkło od okularów (porównaj str. 7). Obraz mikroskopowy możemy tylko wówczas dobrze zobaczyć na płaszczyźnie rysunku, jeżeli między obu istnieje pewien stosunek jasności. Przyciemnienie płaszczyzny rysowania można skutecznie przy pomocy szkieł zadymionych, które umieszczone są na aparacie rysunkowym do wymia-



ny, a w niektórych konstrukcjach także obracalne. Jeżeli nastawienie zostało uskutecznione, to, rysując w polu widzenia mikroskopu pociągamy końcem ołówka zarysy przedmiotu. Ponieważ oprawa pryzmatyczna aparatu rysunkowego daje się odsuwać, możemy ją pozostawić na mikroskopie nawet w czasie badania.

Druga polecona we wstępie „Camera lucida” (rys. 20) jest znacznie prościej zbudowana, jednakże przy pewnym ćwiczeniu oddaje bardzo dobre usługi. Pierścień tej kamery zostaje wsuwany na rurę, poczem wkładamy okular. Może ona pozostawać stale na mikroskopie, nie przeszkadzając w niczem obserwacji. Jeżeli mamy posiłkować się tą kamerą, wówczas parę pryzmatów, połączonych wspólną oprawą, umieszczamy nad okulem i to w taki sposób, żeby brzeg pryzmatu, widzialny przez otwór oprawy, przecinał mniej więcej na dwie połowy źrenicę mikroskopu, t. j. jasną okrągłą tarczę, którą widzimy, patrząc prostopadle z góry na okular. Jeżeli następnie przesuwając głowę na bok, źrenica mikroskopu

nie przesuwają się wyraźnie do krawędzi pryzmatu, wówczas znajduje się on na odpowiedniej wysokości. Rysujemy na pulpicie nachylnym, który został ustawiony



Rys. 20. „Camera lucida” (IV—12 000 u Zeissa) z dwoma pryzmatami.

przed mikroskopem. Nachylenie pary pryzmatów względem pulpitu wskazuje rys. 20 (z prawej strony). Na tym rysunku podany jest również przebieg promieni świetlnych tych, które idą bezpośrednio od przedmiotu do oka, jak również tych, które wychodzą z płaszczyzny rysowania, ulegają podwójnemu odbiciu wewnątrz pryzmatu i wreszcie łączą się razem z promieniami idącymi od przedmiotu. Przypatrując się uważnie, spostrzeżemy na papierze rysunkowym koniec ołówka, który możemy prowadzić po zarysach obrazu mikroskopowego. Ażeby przedmiot nie został na rysunku wykrzywiony, pulpit powinien mieć właściwe nachylenie  $25^{\circ}$ . Jeżeli chcemy to nachylenie dokładnie określić, wówczas na papierze zapomocą kamery rysujemy zarys koła pola widzenia; przy właściwym nachyleniu pulpitu otrzymamy także koło, jeżeli zaś otrzymamy elipsę, to znaczy, że nachylenie pulpitu rysunkowego jest niewłaściwe i należy je dopóty zmieniać, dopóki nie otrzymamy koła, albo też przy silniejszych powiększeniach kładziemy na stoliku mikroskopu wspomniany we wstępie mikrometr przedmiotowy, rytowany na szkiełku przedmiotowym. Obracamy następnie mikrometr



tak, żeby kreski podziałki następowały teraz po sobie od tyłu ku przodowi. Jeżeli zbyt mała wielkość szkiełka przedmiotowego nie pozwala na taki obrót mikrometru, w takim razie cały mikroskop obracamy o  $90^{\circ}$ . Obrócenie mikroskopu naturalnie pociąga za sobą konieczność zmiany w położeniu zwierciadła. Jeżeli przyrząd zaopatrzony jest w obracalne szkiełko przedmiotowe, to wystarczy tylko nim obracać; jest to urządzenie szczególnie dogodne przy rysowaniu, ponieważ pozwala zawsze nadać przedmiotowi położenie, jakie jest potrzebne dla wykonania rysunku. Ustawwszy mikrometr we właściwym położeniu za pomocą kamery, przenosimy podziałkę na papier. Kreski podziałki następują po sobie w kierunku od tyłu ku przodowi. Bez wielkiej nawet wprawy możemy je z łatwością odrysować; a że jednak posiadają one oznaczoną grubość, trzeba posuwać koniec ołówka zawsze z jednej strony. Nachylenie pulpitu rysunkowego będzie właściwe, gdy odległość kresek na wszystkich wysokościach jest jednakowa. Jeżeli odległość powiększa się ku górze, to w takim razie pulpit należy nachylić, jeżeli zaś odległość zmniejsza się, wówczas pulpit musi być mniej nachylony. Ponieważ jednak podziałka mikrometru nie zawsze jest zupełnie dokładna, potrzeba ją przeto w kilku miejscach wyrysować.

Ten sam obraz mikrometru na szkiełku przedmiotowym, któryśmy otrzymali na odpowiednio nachylonym pulpicie do rysowania, możemy także wykorzystać do oznaczenia powiększenia narysowanych obrazów. Wiemy już, że narysowane przez nas kreski na szkiełku przedmiotowym są odległe od siebie o 0,01 mm; jeżeli teraz wzajemna ich odległość na naszym rysunku wynosi 2,4 mm, to mamy powiększenie 240-krotne. Metoda ta jest najprostszą i najlepszą, aby zmierzyć wielkość przedmiotów mikroskopowych, które badamy. Osiągnąwszy tak wielką sprawność w rysowaniu, można oddać dokładnie nawet najmniejsze stosunki wielkościowe, i znając przy jednakowej odległości pewne powiększenie danego obrazu, wówczas wystarczy wymierzyć rozmiary cyrklem i podzielić je przez powiększenie, aby otrzymać rzeczywistą wielkość przedmiotu. Jeżeli np. komórka z włoska naszej *Tradescantii* przy 240-krotnym powiększeniu obrazu ma 9 mm szerokości, to w rzeczywistości szerokość jej wynosi 0,0375 mm. Metoda ta na najprostszej drodze daje tak dokładne wyniki, że w naszych badaniach ograniczymy się na niej.

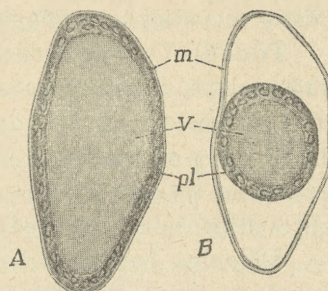
Wróćmy z powrotem do naszej komórki włoska i spróbujmy odrysować ją przy pomocy jednego albo drugiego przyrządu rysunkowego. Ponieważ na drugim przyrządzie brak szczególnych urządzeń do regulowania oświetlenia, to przez zacinienie płaszczyzny rysunku, albo także przez zmianę w ustawieniu lusterka spróbujmy osiągnąć mniej więcej jednakową jasność płaszczyzny rysunku i pola widzenia mikroskopu. Do rysowania najlepiej użyć sztywny gładki karton rysunkowy i ołówki grafitowe. Aby wykonane rysunki nie ścierały się, można je pokryć delikatną warstwą roztworu gumy, albo też utrwalić utrwalaczem, który dostaniemy w odpowiednich składach.



Przygotowujemy więc szkic z ogólnego narysu strumieni protoplazmy i jądra w komórce włoska i porównujemy np. po godzinie, czy przedmiot i obraz zgadzają się z sobą. Powinniśmy stwierdzić, że rozmieszczenie strumieni jest inne i że również i jądro zmieniło swoje położenie w komórce.

Aby stwierdzić, że zjawiska krążenia protoplazmy w sąsiednich komórkach są od siebie niezależne, jak również od błony komórkowej, podajemy włoski działaniu cieczy, nie wyrządzającej mu szkody a odciągającej wodę. Na brzeg szkiełka przykrywkowego dajemy kroplę wody ze stężonym roztworem cukru albo gliceryny. Po krótkim czasie ciecz te odciągają wodę z soku komórkowego i następuje odpowiednie skurczenie protoplastów. Protoplasty w niektórych miejscach jednak niezupełnie łatwo odchodzą od błony komórkowej, przyczem ta odpręża się, gdyż ciśnienie wewnętrzne nie działa na nią. Takie skurczenie protoplastów pod działaniem środków odciągających wodę nazwano plazmolizą. Można przytem zauważyć, że o ile skurczenie nie jest zbyt silne, ruch protoplazmy odbywa się również w miejscach, które odeszły od błony komórkowej. Prędko wprowadzie ruch ten ustaje. Można go jednak w większości wypadków z powrotem wywołać, jeżeli ciecz odciągającą wodę zastąpimy wodą. W tym celu z jednej strony na brzeg szkiełka przykrywkowego dajemy wodę, gdy z drugiej strony przy pomocy bibuły odciągamy ciecz znajdującą się pod szkiełkiem przykrywkowym (por. str. 22). Wówczas protoplast znowu rozciąga się i dochodzi do błony komórkowej. Zdarza się często, że w czasie skurczenia pojedyncze kawałki protoplazmy odrywają się od ciała komórki i jako zaokrąglone kłaczkki pozostają na ścianie komórki. Protoplasty z powrotem powiększające swą objętość wchłaniają w siebie również i te kłaczkki.

Również i inne rośliny możemy z powodzeniem użyć do tych doświadczeń z plazmolizą: latem komórki skórki najrozmaiciej zabarwionych kwiatów na niebiesko, fioletowo, czerwono, a zimą zwłaszcza luźno ułożone fioletowe komórki z mięsa owocu *Ligustrum vulgare* (porównaj rys. 21 A). W każdym razie nie znajdziemy tutaj ruchu protoplazmy dającego się wyraźnie rozpoznać. Gdy ciecz plazmolizująca dostatecznie długo działała na komórki tej rośliny, wówczas protoplast wygląda w postaci kuli wydrążonej (rys. 21 B). Z łatwością stwierdzamy, że w czasie skurczenia protoplastów barwnik nie wychodzi na zewnątrz i wskutek tego zabarwienie soku komórkowego stało się ciemniejsze (rys. 21 B). Inaczej zachowują się zabite komórki. Jeżeli np. po-



Rys. 21. Komórka z mięsa jagody ligustru. A — normalna, B — splazmolizowana. m — ściana komórki, pl — protoplazma z ziarnami chlorofilowemi.

Pow. 240 razy.



działamy absolutnym alkoholem na włoski *Tradescantii*, wówczas alkohol natychmiast zabija cytoplazmę, która teraz również pochłania barwnik. Wyciąga go z soku komórkowego, który prędko wyjaśnia się, gdy protoplazma i jądro barwią się na ciemno-fioletowo. Teraz barwnik może się wydostać nazewnątrz przez warstwę ścienną protoplazmy. Niektóre barwniki anilinowe, jak np. błękit metylenowy, fiolet metylenowy, cyjanina, bismarekbraun, fuksyna, safranina, zieleń metylenowa i t. d. przenikają zresztą w bardzo rozcieńczonych roztworach wodnych do żywej protoplazmy i nawet mogą być w jej wnętrzu nagromadzone<sup>1)</sup>.

Zamiast *Tradescantia virginica* do badania ruchów protoplazmy możemy użyć *Tradescantia zebrina*, którą wszędzie hodują. Należy ją wziąć zwłaszcza pod uwagę w ciągu półrocza zimowego. W pokoju roślina ta kwitnie bardzo rzadko, może być do tego pobudzona w cieplarni. W przejawach istotnych włoski pręcikowe zachowują się podobnie, jak u *Tradescantia virginica*.

W razie braku *Tradescantii* można użyć innych włosków roślinnych. Bardzo dobrym przedmiotem do badań są włoski znajdujące się na najmłodszych pędach gatunków dyni (*Cucurbita*). Preparat przygotowujemy w ten sposób, że włoski te u ich podstawy odcinamy brzytwą i przenosimy do kropli wody na szkiełku przedmiotowym. Większe włoski u podstawy są wielokomórkowe i przechodzą w zaostrażający się szereg komórek; niektóre z tych włosków posiadają na końcu wielokomórkowe główki. Sieć protoplazmy w komórkach jest mocno rozwinięta, zawiera ona mikrozoomy i, chociaż w skąpej ilości, większe zielono zabarwione ciała chlorofilowe. Jądro komórkowe jest duże i zawieszona na nitkach cytoplazmy; posiada ono błyszczące jąderka i w komórce zostaje przesuwane w jedną i w drugą stronę.

Podobne obrazy ruchu protoplazmy, jak w komórkach z włosów *Tradescantia*, znajdziemy również w tych jednokomórkowych włoskach, które wyściełają rurkę korony kwiatowej w dwóch rzędach u gatunków głuchej pokrzywy (*Lamium*). Do badania bierzemy dopiero co otworzone kwiaty; kwitnącą roślinę od wiosny aż do późnej jesieni wszędzie z łatwością odszukać można.

Również bardzo ładne zjawiska ruchu protoplazmy można zaobserwować w wewnętrznych komórkach skórki, w łusce cebuli z *Allium Cepa* i to we wszystkich porach roku; ruchy protoplazmy odbywają się tutaj w sposób podobny, jak we włoskach u *Tradescantia*<sup>2)</sup>.

---

<sup>1)</sup> W. Pfeffer: Arbeiten des botanischen Instituts in Tübingen. Tom II, zeszyt 2. 1886, S. 170; także W. Ruhland: Jahrb. f. wiss. Bot. Tom XLVI, 1908, S. 1, dalej Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Tom XXVIA, 1908, S. 772. Tenże, Jahrb. f. wiss. Bot. Tom LI, 1912, S. 376 i nast., tamże tom LIV, 1914, S. 430.

<sup>2)</sup> Por. G. Lakon Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Tom XXXII, 1914, S. 421 i nast.



Bardzo pouczającym przedmiotem są włoski korzeniowe żabiścieku (*Hydrocharis morsus ranae*). Do badania wybieramy młode korzenie o sztywnych włoskach. Włoski te możemy dostrzec gołym okiem. Wskazaniem jest odcięcie całego koniuszeczka korzeniowego i szybkie przeniesienie go do dostatecznej ilości wody na szkiełku przedmiotowym. Szkiełko przykrywkowe kładziemy w sposób zwyczajny, wybieramy do tego jednak największe szkiełko przykrywkowe, jakimi rozprządzamy. Następnie nastawiamy preparat, przyczem wskutek większej grubości korzenia nie wszystkie jego miejsca są dostępne do obserwacji, ponieważ silnie powiększający obiektyw już przedtem zetknął się ze szkiełkiem przykrywkowym. Włoski korzeniowe z *Hydrocharis* są bardzo długie, workowate i jak we wszystkich włoskach korzeniowych jednokomórkowe. Obfite ilości protoplazmy znajdujące się w komórkach poruszają się bardzo silnie. Jednakże nie widzimy tutaj licznych siatkowato rozmieszczonych delikatnych strumieni, ale raczej jeden silny strumień płynący wzdłuż ściany. Ten rodzaj ruchu protoplazmy odróżniamy nazwą rotacji od cyrkulacji, którą obserwowaliśmy poprzednio. Tutaj strumień wygląda jako szeroka słabo śrubowato wygięta taśma, która rzucna na jedną płaszczyznę dałaby rysunek bardzo wyciągniętej ósemki. Ruchu jednak nie powinniśmy sobie wyobrażać tak jakoby cała taśma obracała się wewnątrz komórki jako połączona całość, gdyż w rzeczywistości w czasie ruchu sąsiednie części zmieniają ciągle wzajemne położenie. Oba przeciwne kierunki ruchu nie graniczą bezpośrednio z sobą, są one raczej oddzielone paskiem protoplazmy znajdującej się w spokoju. Ten „pas obojętny” ogranicza się do bardzo cienkiej warstwy protoplazmy.

Zamiast *Hydrocharis* możemy z równym powodzeniem użyć włosy korzeniowe południowo-amerykańskiej *Hydrocharidaceae Trianea bogotensis*. Roślina ta jest obecnie hodowana w większości ogrodów botanicznych i można ją znaleźć również zimą.

Bardzo pouczających preparatów odnoszących się do ruchu obrotowego protoplazmy dostarczają liście rośliny *Vallisneria spiralis*, hodowanej we wszystkich ogrodach botanicznych, często nawet w akwariach pokojowych. Do badania wybrać należy liść dobrze rozwinięty i przygotować skrawki z dolnych jego części. W tym celu najlepiej długi, wąski liść położyć na palcu wskazującym, przytrzymując go po obu stronach paluchem i palcem środkowym. Poczem wykonywa się cięcie w kierunku powierzchni, prowadząc nóż równolegle do osi liścia. Starać się trzeba o wycięcie blaszki grubości wynoszącej około połowy grubości liścia. Blaszkę skórką na dół umieszczamy w kropli wody na szkiełku przedmiotowym. Z powodu przylegającego powietrza niektóre miejsca skrawka nie są do użycia, zawsze jednak znajdziemy inne, które można badać bez przeszkody. W komórkach roślin nieu-



szkodzonych nie dostrzeżemy ruchu protoplazmy; zostaje on wywołany zranieniem, a więc przy sporządzeniu skrawka służącego do obserwacji. Strumień zjawia się dopiero po pewnym czasie; najlepiej śledzić go w szerokich, wydłużonych komórkach, znajdujących się wewnątrz liścia. Przy niskiej temperaturze pokoju ruch jest leniwy; pomagamy sobie lekkim ogrzaniem szkiełka przedmiotowego. Strumień płynie wokoło całej komórki i najczęściej nie zbacza z kierunku równoległego do jej podłużnej osi. Pas obojętny jest dosyć szeroki. Strumień unosi z sobą zielono zabarwione ziarna chlorofilu i jądro. To ostatnie jest krążkowato spłaszczone. Ukazuje się ono od czasu do czasu, lecz zwykle jest zasłonięte ziarnami chlorofilu. Niekiedy zostaje uwięzione w miejscu zagięcia się strumienia; wtedy zatrzymują się ziarna chlorofilu za nim postępujące; w następnej chwili wszystko znowu powraca do porządku. Kierunek strumienia jest różny w różnych komórkach i pod tym względem niema żadnej prawidłowości. Po dodaniu do preparatu gliceryny lub roztworu cukru worek protoplazmatyczny ściąga się i odkleja od ściany komórki, a w pierwszej chwili kurczenia się można jeszcze łatwo stwierdzić trwanie ruchu.

Obserwując przytem uważnie, możemy stwierdzić, że najbardziej zewnętrzna warstwa protoplazmy i jej błona plazmatyczna nie bierze udziału w ruchu. Również we wszystkich innych komórkach roślinnych, wewnątrz których istnieją ruchy protoplazmy, błona plazmatyczna spoczywa, co posiada jak największą fizjologiczną doniosłość, gdyż według wszelkiego prawdopodobieństwa właśnie błona plazmatyczna przyjmuje bodźce, określające kierunek poszczególnych narządów rośliny.

*Vallisneria spiralis* z równem prawie powodzeniem może być zastąpiona zdziczałą w Europie zarazą wodną (*Helodea canadensis*). Liście tej rośliny są tak przezroczyste, że można je obserwować bez dalszego preparowania. Również i tutaj rzucający się w oczy ruch protoplazmy następuje dopiero wskutek skaleczenia i zwłaszcza najprędzej w podługowatych komórkach środkowej części liścia. Trzeba więc liście oddzielić od pędu.



## ROZDZIAŁ IV.

Chromatofory. Barwny sok komórkowy.

### Materiał do badań:

- Latem:** roślinki mchu z gatunku *Mnium* albo *Funaria hygrometrica*; także przedrośla paproci. — Kwiaty z *Tropaeolum majus* i *Doronicum*. Jeżeli to możliwe, kwiaty *Strelitzia Reginae*. — Kwiaty *Verbascum nigrum*, następnie *Vinca major* albo *minor*, *Delphinium consolida* albo inne kwiaty błękitno kwitnące. — Kwiaty czerwonej róży. — Marchew. — Liście koloru krwistego, również liście czerwonej kapusty. — Młoda bulwa storczyka *Phajus grandifolius* albo kłącze z *Iris germanica*, albo łodyga rośliny *Pellionia Daveauana* *Urticaceae*.
- Zimą:** też same rośliny, z wyjątkiem kwiatów *Tropaeolum*, *Verbascum*, *Vinca*, *Delphinium* i liście koloru krwistego. Poza tem czerwone owoce *Crataegus*, owoce róży albo jagody *Asparagus* lub dojrzałe pomidory. — Kwiaty żółte z gatunku *Chrysanthemum*. Wszystkie rośliny świeże.

### Najważniejsze płyny do badań i odczynniki:

Roztwór jodu w jodku potasu. — Ług potasowy. — Wodan chloralu. — 5% roztwór cukru.

Już kilkakrotnie mieliśmy sposobność poznać budowę i zawartość ziarn chlorofilowych; na twory te wszakże raz jeszcze zwrócić musimy szczególną uwagę. W tym celu wybieramy bardzo pospolity mech odznaczający się pięknymi, wielkimi, soczewkowatymi ziarnami chlorofilowymi, którego liście jednowarstwowe (z wyjątkiem żeberka środkowego) można badać bez żadnego szczególnego preparowania. Tym mechem jest *Mnium* albo *Funaria hygrometrica*. W każdej komórce można dostrzec liczne ziarna chlorofilu znacznej wielkości; w roślinkach, które były wystawione na działanie rozproszonego światła dziennego, ziarna chlorofilu leżą tylko na wolnych ścianach komórek, t. j. na ścianach tworzących dolną i górną powierzchnię liścia. Zatem ziarna okazują wówczas oku badającego najobszerniejszą swoją powierzchnię. Na nielicznych ziarnach, leżących przy ścianach bocznych komórki, łatwo stwierdzić, że są węższe z profilu. Znaleźć tu można wszystkie okresy podziału ziarn chlorofilowych i to nieraz w tej samej komórce (rys. 22). Ziarna w stanie spoczynku są prawie okrągłe, potem stają się jajowate, następnie biskoptowate, a nakoniec zupełnie się przewężają. Oba tak powstałe młode ziarna czas jakiś stykają się z sobą. Zawartość mączkową ziarn chlorofilu w niektórych liściach bardzo łatwo można zobaczyć, w innych trudniej, stosownie do rozmaitej wielkości ziarn. Zawsze jednak mączkowa zawartość wyraźnie występuje, jeżeli ziarna chlorofilu wypadną



Rys. 22. Ziarna chlorofilowe z liścia *Funaria hygrometrica* w spoczynku i dzielące się. Pow. 540 razy.

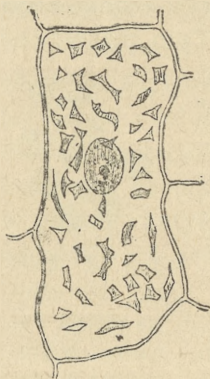


z przeciętej komórki i dostaną się do wody, gdzie szybko ulegają dezorganizacji. W tym celu ostreimi nożyczkami przecinamy liść na kilka części. Ziarna mączki uwolnione ze zdeorganizowanych ziarn chlorofilu zwiększają w wodzie swą objętość i łatwo je wtedy rozpoznać za pomocą jodu. Przeciwnie, całe, nietknięte ziarno chlorofilowe barwi się jodem na brunatno a to wskutek zlania się barw: niebieskiej (mączka), żółto-brunatnej (protoplazma zasadnicza) i zielonej (chlorofil). Ażeby za pomocą jodu otrzymać dobre zabarwienia nienaruszonych ziarn, wybieramy liście, które dłuższy czas leżały w alkoholu, gdzie się odbarwiły. Ziarna chlorofilu są w takich liściach bezbarwne; ich zawartość mączkowa przy powolnym dostępie roztworu jodowego barwi się wprzód niż ciało protoplazmatyczne. Reakcja jodowa występuje jeszcze wyraźniej, jeżeli preparat naprzód traktować będziemy ługiem potasowym, wywołującym pęcznienie ziarn mączki. Tą ostatnią metodą wykazać można najmniejsze ilości mączki w ziarnach chlorofilu. Udaje się to także i w ziarnach świeżych, nieodbarwionych, traktowanych roztworem 5 cz. wodanu chloralu i 2 cz. wody, do którego to roztworu dodajemy na szkiełku przedmiotowym nieco tynktury jodowej. Chlorofil rozpuszcza się i po kilku minutach liść staje się bezbarwnym; jednocześnie ziarno chlorofilu pęcznieje wraz z zawartymi w niem ziarnami mączki i te ostatnie barwią się na niebiesko. To postępowanie udaje się także na liściach odbarwionych alkoholem; ziarnka mączki barwią się na niebiesko, gdy tymczasem ziarna chlorofilu pozostają bezbarwne.

Przy silnem powiększeniu żyjące ziarna chlorofilowe liścia Funarji przedstawiają się delikatnie dziurkowane, przez co zdradzają swą gąbczastą budowę. Tego rodzaju struktura występuje jeszcze wyraźniej na ziarnach chlorofilowych niektórych innych roślin, jak np. u *Vallisneria*.

Te same wyniki otrzymujemy, badając przedrośla (prothalia) paproci, tak że oba te przedmioty mogą się wzajemnie zastępować. Przedrośla zawsze można znaleźć w cieplarniach, w których hodują paprocie; wybór gatunku jest tutaj obojętny.

Dla poznania innych ciał barwnych, zwróćmy się naprzód do rośliny *Tropaeolum majus*. Wybierzmy do badania kwiaty tylko co otwarte, ponieważ w starszych kwiatkach ciała barwne poczynają się dezorganizować. Naprzód przygotujmy skrawki z górnej powierzchni żółtych listków kielicha. Można także otrzymać preparat, wkluwając delikatne szczypczyki do odpowiedniej głębokości w tkankę i odrywając paski tej tkanki. Preparat zwrócony skórką ku górze umieszczamy w kropli wody. Przystępujemy natychmiast do badania, wkrótce bowiem objawia się niszczący



Rys. 23. Komórka z górnej powierzchni kielicha *Tropaeolum majus*. Dolna ściana komórki skórki, z leżącymi na niej ciałami barwnymi. Pow. 540 razy.



wpływ wody na ciała barwne. Brzeg skrawka ulega od początku temu wpływowi i dlatego do dłuższego badania wybrać trzeba komórki jeszcze niezmienione. Ciała barwne są żółte z odcieniem pomarańczowym. Mają postać wrzecionowatą trój- lub czterokątną (rys. 23) i kształtem przypominają kryształy. Nienaruszone ciała są jednorodne. Pod wpływem wody nabrzmiwiają, zaokrąglają się i stają się wodniczkowe, to jest w ich wnętrzu powstają jamki wypełnione wodą. Najobficiej znajdują się przy wewnętrznej ścianie komórek skórki z górnej powierzchni kielicha. Brunatne kręgi na górnej powierzchni listków kielicha, jak przekonywają odpowiednie skrawki, pochodzą od prążków skórki, której komórki wypełnione są sokiem komórkowym barwy karminowej. Komórki te zawierają nadto żółte ziarna, które wszakże trudno dostrzec w zabarwionym soku komórkowym. W czerwonych komórkach jądro rysuje się zwykle jako jasna plama. — W płatkach korony spotykamy podobne stosunki; można tu użyć do badania brzegów płatka, jako też rżęs jego nasady. Powietrze przylegające do preparatu przeszkadza badaniu, zawsze jednak można znaleźć miejsce pozbawione powietrza, lub też wydalić to ostatnie przez lekki ucisk. Do badania ciał barwnych lepsze są listki kielicha, ponieważ w płatkach korony przeszkadzają brodawki. Z wyjątkiem bowiem brunatnych prążków na obu dolnych płatkach, każda komórka skórki dolnej i górnej powierzchni wyrasta w tępy stożek, czyli brodawkę. Brodawki silniej są rozwinięte na powierzchni górnej niż na dolnej i nadają płatkom połysk aksamitny. Powietrze bardzo silnie trzyma się pomiędzy brodawkami. Miejsca ognisto-czerwone w nasadzie płatków zależą od różowego soku komórkowego i żółtych ziarn w komórkach skórki. — Podczas badania uderzy nas niewątpliwie okoliczność, że powierzchnia komórek skórki górnej powierzchni listków kielicha jest podłużnie prążkowana. Prążki nie odpowiadają granicom pojedynczych komórek, lecz są fałdami naskórka (cuticula) pokrywającego skórkę.

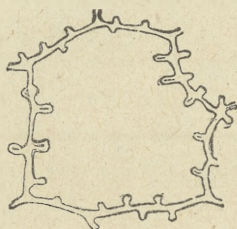
Zupełnie podobne ciała barwne, jak w kwiatkach *Tropaeolum*, można znaleźć jesienią i na początku zimy w mięsie owoców czerwono zabarwionych jagód głogu (*Crataegus*) albo w owocach róży. Odpowiednio zbudowane są one także w mięsistej części owocu szparaga (*Asparagus*); w owocach zaś pomidorów (*Lycopersicum esculentum*), hodowanych w cieplarniach przez zimę, względnie duże czerwono-pomarańczowe ciała barwne posiadają kształt okrągławych ziaren chlorofilowych podobne do tych zresztą, jakie występują, ale żółto zabarwione w kwiatkach *Doronicum* i w żółtych chryzantemach, które można dostać w ciągu zimy.

Jeżeli napotkamy piękne wielkie kwiaty rozpowszechnionej w cieplarniach ogrodów botanicznych *Strelitzia Reginae*, to i u tej rośliny nie należy zaniedbać zbadania ciałek barwnych. W komórkach czerwono-pomarańczowo zabarwionych zewnętrznych listków okwiatu znaj-



dziemy wyciągnięte wrzeczona o rozmiarach, jak na ciała barwne, dość znacznych.

Żółty barwnik prawie zawsze jest związany z protoplazmatycznym podścieliskiem, zdarzają się jednak przypadki, w których spotykamy go rozpuszczony w soku komórkowym. Przypadek taki następuje u *Verbascum nigrum*. Płatki korony możemy badać w wodzie bez dalszego preparowania, ale i tutaj przylegające powietrze choć w części musimy wydalić zapomocą ucisku, lub pod dzwonem maszyny pneumatycznej. Komórki skórki powierzchni górnej jako też i dolnej mają faliste zarysy; żółte zabarwienie soku komórkowego jest widoczne na pierwszy rzut oka. Plamy brunatne przy nasadzie płatków zawdzięczają swe istnienie sokowi komórkowemu purpurowego lub brunatnego koloru. – W skórcie pręcików, z których łatwo przygotować brzytwą cienkie blaszki, widzimy także żółty sok komórkowy, a oprócz tego w każdej komórce nieregularną, cynobrowo-czerwoną bryłkę barwnika i pewną ilość bezbarwnych leukoplastów wypełnionych mączką.



Rys. 24. Komórka skórki dolnej powierzchni płatka u *Vinca minor*.  
Pow. 540 razy.

Niebieski sok komórkowy znajdujemy w skórcie korony u *Vinca major* i *minor*. Komórki skórki, mianowicie powierzchni górnej, są brodawkowato wypukłone. Skórka z obu stron da się z łatwością ściągnąć szczypeczykami. Boczne ściany komórek skórki posiadają listewki wystające do światła komórki (rys. 24), często na wewnętrznej krawędzi nabrzmiałe, a nawet rozszerzone na podobieństwo litery T; czynią one wrażenie fałdów, albowiem ich powierzchnia silniej łamie światło aniżeli wnętrze.

Różowy sok komórkowy znajdujemy w płatkach róży. Skórkę i tutaj da się z obu stron z łatwością ściągnąć. Powierzchnia górna posiada dosyć duże brodawki i dlatego wygląda jakby aksamitna. Naskórek (cuticula) odznacza się bardzo wyraźnym prążkowaniem.

Na niebieskich listkach kielicha u ostróżki (*Delphinium consolida*) skórka obu powierzchni zbudowana jest z komórek o falistych zarysach. Komórki skórki powierzchni górnej są w środku brodawkowato wydłużone. Prążki naskórka (cuticula) zachodzą z wszęch stron na brodawkę, tak że przy nastawieniu mikroskopu na połowę wysokości brodawek powstają słońcowate figury. Komórki zawierają niebieski sok komórkowy z fioletowym odcieniem, a oprócz tego spotykamy w wielu komórkach niebieskie gwiazdy składające się z krótkich igieł skryształizowanego barwnika. Skórka da się oddzielać całymi kawałkami; nadto listek kielicha jest dosyć przezroczysty, tak że po oddaleniu powietrza brzegi jego mogą być badane w całej grubości.



Możnaby przytoczyć jeszcze więcej przykładów niebieskiego i czerwonego soku komórkowego; prawie zawsze spotykamy go w kwiatkach zabarwionych niebiesko i czerwono.

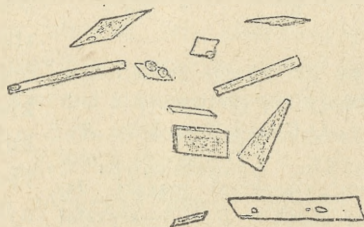
Tem dziwniejsze jest, że w komórkach wewnętrznych błękitnych listków okwiatu *Strelitzia Reginae* znajdujemy okrągłe błękitne utwory, wyglądające jak ziarna. Przy bliższym badaniu i jednoczesnym naciskaniu na preparat możemy stwierdzić, że i tutaj jest to tylko niebieski sok komórkowy wypełniający liczne okrągłe wodniczki w protoplazmie komórek.

Bardzo interesującego przykładu dostarczą nam korzenie *marchwi* (*Daucus carota*). Pomarańczowo-czerwone zabarwienie tych korzeni wywołane jest karminowemi i pomarańczowo-czerwonemi ciałkami barwnymi posiadającymi kształt krystaliczny. Najbardziej spotykane formy znajdziemy zestawione na rys. 25. Są to małe czworokątne tabliczki albo romby, te ostatnie igielkowato wydłużone, wreszcie pryzmaty rozmaitej długości, często w jednym końcu wachlarzowato rozszerzone.

Do tych utworów krystalicznych bardzo często przyczepione są małe jednostronnie wystające ziarna mączki. I tutaj mamy do czynienia z chromatoforami, których barwnik, zwany karotyną, wykrył się. Na kryształach znajdują się jeszcze nieznaczne ilości protoplazmy, z której powstają także ziarna mączki. Kto posiada aparat polaryzacyjny, może stwierdzić pleochroizm kryształów karotyny. W tym celu należy użyć tylko polaryzatora bez analizatora. Jeżeli będziemy obracali polaryzatorem albo szkłem przedmiotowym, to zobaczymy, że kryształy karotyny stają się na przemian jaśniejsze i ciemniejsze.

Zbadajmy jeszcze czerwono-krwiste odmiany naszych krzewów i drzew, albo także roślinę zielną o czerwono-brunatnych albo podobnie zabarwionych liściach, a stwierdzimy, że komórki skórki zawierają różowy sok komórkowy. U niektórych roślin, jak np. w zewnętrznych liściach czerwonej kapusty, znajdujemy pod skórką, zawierającą czerwony sok komórkowy, komórki, które poza sokiem komórkowym, tak samo zabarwionym, zawierają jeszcze ziarna chlorofilowe. Współdziałanie barwy czerwonej i zielonej daje w rezultacie ogólne zabarwienie szczególnego rodzaju.

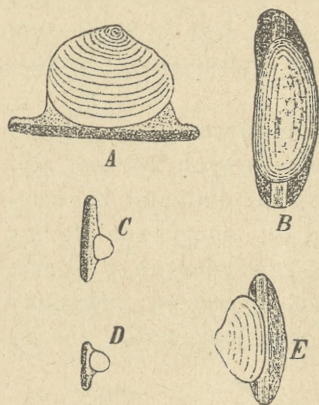
Ziarna mączki powstają w szczególnych zindywidualizowanych protoplazmatycznych utworach. Jako takie poznaliśmy już ziarna chlorofilowe, następnie ziarna barwne, w których można było jeszcze często wykryć ziarna mączki; w końcu zajmiemy się jeszcze bezbarwnymi utworami mączko-twórczemi. Utwory te wytwarzają mączkę w głębszych



Rys. 25. Ciała barwne z korzenia marchwi. Częściowo z ziarnami mączki. Pow. 540 razy.



warstwach ciała roślinnego. Wszystkie utwory tutaj omawiane możemy objąć ogólną nazwą chromatoforów, a także plastydów i w dalszym ciągu odróżniać je jako ziarna chlorofilowe, ziarna barwne i bezbarwne utwory mączko-twórcze, jako chloroplasty, chromoplasty i leukoplasty. Wszystkie te utwory mają wspólne pochodzenie i mogą przechodzić jedne w drugie. Są one żywymi elementami ciała komórkowego i znajdują się w komórce otoczone protoplazmą. Przeciwnie, niebieskie gwiazdy, któreśmy znaleźli w soku komórkowym kwiatów *Delphinium consolida*, były utworzone tylko z wykrystalizowanego barwnika, jak również kłaczek barwnika, któreśmy oglądali w czerwonym soku komórkowym skórki nitki pręcikowej u *Verbascum* nie można zaliczyć do chromatoforów.



Rys. 26. *Phajus grandifolius*, utwory mączkotwórcze z bulwy *A*, *C*, *D* i *E*—z boku, *B*—z góry, *C* i *D*—jeszcze z małymi ziarnkami mączki. Jasny pasek w *B* i *E*—kryształ białka. Pow. 540 razy.

Największe i najpiękniejsze ziarna mączki zostają wytwarzane w leukoplastach, jednakże zbadanie tych leukoplastów nie jest łatwe. Najdogodniejszym przedmiotem do badań w tym kierunku mogą być młode bulwy podzwrotnikowego storczyka *Phajus grandifolius*, często hodowanego w ogrodach botanicznych i w zakładach ogrodniczych. Z bulwy takiej robimy niezbyt cienkie przekroje poprzeczne i najlepiej badamy je w 5% roztworze cukru. Nastawiając mikroskop na głębiej położone miejsca, które nie zostały uszkodzone krajaniem, z łatwością dostrzeżemy u podstawy już z wielkich silnie odśrodkowych ziarn mączki płaskie eliptycznie wydłużone (rys. 26 *B*) leukoplasty białe, z boku wyglądające pałeczkowato (rys. 26 *A*). Każdy leukoplast zawiera jeden pałeczkowaty kryształ białka. Kryształ ten z mniejszych leukoplastów może wystawać. Postępując w kierunku powierzchni zielono zabarwionej bulwy, leukoplasty zaczynają się barwić zielono i powoli przyjmują zabarwienie i zwykły wygląd ziarn chlorofilowych.

Bardzo dogodnym, łatwiej dającym się znaleźć objektem jest kłaczce niemieckiego kosańca (*Iris germanica*).

Z kłacza tego przygotowujemy skrawki powierzchniowe równoległe do powierzchni. Najbardziej zewnętrzne warstwy tkanki usuwamy, gdyż dopiero głębiej idą warstwy mączki. Badanie najlepiej przeprowadzać w 5% roztworze cukru. W nieuszkodzonych komórkach leukoplasty przedstawiają się w postaci skupień plazmy na jednym końcu ziaren mączki (rys. 27). Te ostatnie rosną



Rys. 27. Utwory mączko-twórcze z ziarnami mączki z kłacza *Iris germanica*. Pow. 540 r.



tylko w tem miejscu i dzięki temu posiadają odśrodkową budowę. Leukoplasty przyjmują budowę ziarnistą i wreszcie rozpadają się na ziarenka, obdarzone ruchem molekularnym. Bardzo częstem zjawiskiem są dwa ziarna mączki w jednym leukoplaście. W tym wypadku ziarna mączki rosnąc dalej, stykają się z sobą i otrzymują następnie wspólne warstwy. Zjawiska tego rodzaju i podobne prowadzą tutaj jak i w innych wypadkach do powstawania złożonych ziarn mączki.

Rośliną, na której szczególnie łatwo możemy obserwować utwory mączko-twórcze, jest *Pellionia Daveaiana* (*Urticaceae*). Roślinę tę można hodować i rozmnażać w cieplarniach bez trudności; rozpowszechniła się ona we wszystkich ogrodach botanicznych. Utwory mączko-twórcze znajdujemy na każdym przekroju poprzecznym, przeprowadzonym przez łodygę rośliny. Są one tutaj zielone, a więc pod tym względem nie są właściwymi leukoplastami, ale w swych czynnościach zgadza się z leukoplastami o tyle, że główna masa ich mączki powstaje nie na skutek własnej asymilacji, ale z doprowadzonych ciał zapasowych. Ta okoliczność, że są one zielone ułatwia ich obserwację. Śluz, którym się pokrywa skrawek podczas przygotowywania, chroni go od szkodliwego działania otaczającej wody. Ziarna mączki wyrastające z utworów mączko-twórczych i tutaj są bardzo duże i posiadają budowę odśrodkową. Na końcu odwróconym od jądra organicznego nawet u największych ziarn mączki, możemy jeszcze zobaczyć twór mączko-twórczy w postaci zielonej czapeczki; w pozostałych miejscach podobnie jak i w innych wypadkach, pokrywa on ziarno mączki tak cienką warstwą, że bez specjalnych przygotowań nie możemy jej dostrzec.

## ROZDZIAŁ V.

Tkanka. Zgrubienie ścian. Reakcje na błonnik, ciała pektynowe, cukier, azotany, inulinę, wapiń.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: Biały burak cukrowy. — Dojrzała gruszka. — Świeże i przynajmniej na osiem dni przedtem umieszczone w 50% alkoholu bulwy georginji. — Świeże kawałki łodygi z *Vinca minor* albo *major*. — Nasiona z *Ornithogalum umbellatum* albo innego blisko spokrewnionego gatunku. — Ziarna daktyla.

### Najważniejsze odczynniki i barwniki:

Roztwór hematoksyliny. — Roztwór chlorku cynku z jodem. — Roztwór cynku chlorowego. — Kwas octowy. — Kwas siarczany. — Roztwór jodu i rozcieńczony kwas siarczany. — Roztwór siarczanu miedzi, roztwór soli Seignetta i roztwór dwufeniljaku w kwasie siarczanym. — Nitron w kwasie octowym. — Kwas azotowy. — Świeżo przygotowany roztwór amonjalkalnego tlenku miedzi.

Rozpoczynamy badanie od białego buraka (*Beta vulgaris*). Z mięsistego korzenia odetnijmy mały kawałek tkanki i przygotujmy z niej preparat mikroskopowy. Wybierzmy do badania najlepiej skra-



wek podłużny promienisty, to jest skrawek otrzymany przez cięcie równoległe do osi podłużnej, w kierunku promienia. Takie cięcie przerzyna pod kątem prostym współśrodkowe pierścienie korzenia, widzialne gołym okiem. Skrawek badany w wodzie przedstawia mniej lub więcej prosto kątne komórki, wypełnione wodnistym, bezbarwnym płynem. Na ścianach komórek widzimy tu i owdzie większe i mniejsze, okrągłe lub owalne plamy jaśniejsze, to są mniej zgrubiałe miejsca ściany komórkowej. W niektórych komórkach można dostrzec jądro, posiadające wyraźne jąderka i otoczone drobnymi leukoplastami; zauważymy również cienką warstwę ścienną protoplazmy. Przystawki międzykomórkowe są po większej części wypełnione powietrzem i dlatego wyglądają czarno. W niektórych miejscach preparatu komórki mięksiszowe są węższe, wydłużone równoległe do osi podłużnej korzenia, a pomiędzy nimi znajdują się długie rurki, częściowo wypełnione powietrzem, odznaczające się charakterystycznymi zgrubieniami ścian. Rurki te są naczyniami. Zgrubienie ścian jest siatkowato-jamkowe, t. j. ściana przedstawia siatkowato połączone zgrubienia, pomiędzy którymi leżą miejsca niezgrubiałe. Te ostatnie, tak zwane jamki albo kropki, są wydłużone poprzecznie do kierunku długości naczynia. W miejscach, gdzie naczynie zostało przecięte, można dostrzec w nim tu i owdzie pierścieniowate zgrubienia, wystające wewnątrz komórki. Są to pozostałości pierwotnie istniejących przegród. Z tych pozostałości wnosimy, że naczynie powstało z szeregu komórek. Powietrze znajdujące się w naczyniach często przeszkadza badaniu; usuwamy go za pomocą pompy pneumatycznej. Specjalnie do celów mikroskopowych firma Spindlera i Hoyer'a w Getyndze wyrabia małe pompy pneumatyczne (w cenie 65 marek), które przymocowujemy do stołu, także przy pomocy lupy możemy bezpośrednio obserwować znikanie powietrza z preparatu. W braku tej ostatniej próbuujemy wydalić powietrze, umieszczając preparat w wodzie świeżo przygotowanej. Jeszcze prędzej dojdziemy do celu, zanurzwszy na chwilę preparat w alkoholu, który, dzięki małej spoistości swych cząstek, posiada wysoką zdolność zwilżania i przez to możliwość wypychania powietrza z małych przestrzeni. Wprawdzie zawartość komórki zostaje tym sposobem zabita, ale jest to dla nas w tym razie rzeczą obojętną.

Miejscami natrafiamy w preparatach na pojedyncze komórki wypełnione małymi klinorombowymi kryształami; komórki takie wyglądają prawie czarno. Kryształy składają się ze szczawianu wapnia. Ażeby się o tem przekonać, dodajemy kwasu octowego i stwierdzamy, że się w nim nie rozpuszczają. Dodawszy do innego preparatu kwasu siarczanego, zobaczymy, że kryształy wkrótce się rozpuszczają. Utworzona tym sposobem ilość gipsu jest tak mała, że pozostaje rozpuszczona w otaczającym płynie.

Znacznie piękniej i wyraźniej występują stosunki budowy w komórkach buraka cukrowego, jeżeli skrawki zabarwimy rozcieńczonym wodnym



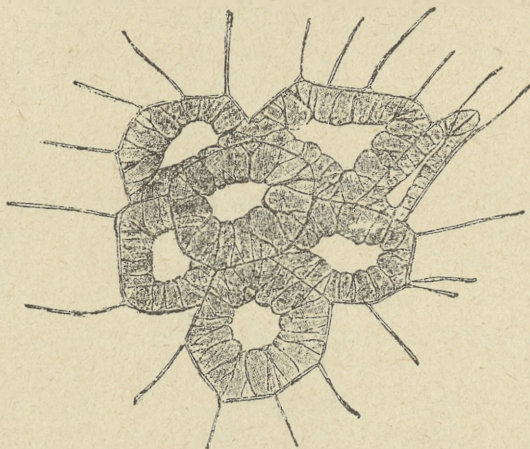
roztworem hematoksyliny. W tym celu pozostawiamy skrawki przez pewien czas na szkiełkach zegarkowych, wypełnionych tym roztworem. Wszystkie ściany komórkowe barwią się następnie fioletowo z wyjątkiem silnie zgrubiałych ścian naczyń. W komórkach miękiszowych płaszczyny jamek są bądź niezabarwione zupełnie, albo tylko pokryte słabo zabarwioną siatką; występują więc znacznie wyraźniej. Te płaszczyny jamek są to niezgrubiałe miejsca ścian komórkowych, zresztą także tylko słabo zgrubiałych. Niezdrzewniałe ściany komórkowe, tutaj barwiące się hematoksyliną, zabarwienie to mają zawdzięczać ciałom pektynowym, z którymi zmieszany jest błonnik <sup>1)</sup>). Umieszczając skrawek buraka cukrowego w roztworze chlorku cynku z jodem, stwierdzamy, że barwi się on początkowo na brzegach fioletowo i powoli postępując w kierunku środka, przyjmuje także samo zabarwienie. Zabarwienie to wskazuje na obecność błonnika i gdyby chodziło o czysty błonnik, musiałyby być niebieskie. Mamy tu, zdaje się jednak, mieszaninę błonnika z ciałami pektynowymi, nie barwiącymi się w ten sposób i które powodują, że charakterystyczne zabarwienie błękitne błonnika pod wpływem chlorku cynku z jodem zamienia się w brudno-fioletowe. Płaszczyny jamek pozostają znowu niezabarwione i przeważnie przedstawiają się tylko słabo fioletowo pokratkowane. Zdrzewniałe warstwy zgrubienia naczyń barwią się żółto-brunatno. Jeżeli oddalimy błonnik ścian komórkowych, działając na nie przedtem przez czas dłuższy amonjakiem z tlenkiem miedzi, wówczas reakcja na celulozę nie występuje.—Barwna reakcja błonnika z wyżej wymienioną mieszaniną jodu nie zawsze jednak wyraźnie występuje. Pozostaje to w związku z każdorazową zawartością wody w błonniku, koncentracją i ilością jodku potasu w mieszaninie i jakością jodu. Szczególniej dobre wyniki otrzymujemy, pozostawiając preparat przez kilka sekund w kropli jodu z jodkiem potasu (1% jodu i 1% jodku potasu w wodzie) i przenosząc następnie do silnego roztworu chlorku cynku (około 2-ch części chlorku cynku na 1 część wody), gdzie preparaty po jednej do półtorej minuty barwią się na niebiesko. Jeżeli zabarwienie nie było dostatecznie mocne, to do preparatu dodajemy małą ilość jodu w jodku potasu. Dla porównania zastosujemy także reakcję na błonnik z jodem i kwasem siarczanym. Skrawek nasycamy najpierw roztworem jodu albo jodu w jodku potasu, najlepiej wodnym roztworem  $\frac{1}{2}\%$  jodu i  $1\frac{1}{2}\%$  jodku potasu i następnie dodajemy słabo rozcieńczonego kwasu siarczanego (2 części kwasu siarczanego, 1 część wody w stosunku objętościowym). Reakcja uwidoczniła się natychmiast na brzegach; skrawek barwi się pięknie na niebiesko. Płaszczyny jamek i tutaj są niezabarwione; większe wyróżniają się niebieską siatką.

Przygotujmy teraz preparat z dojrzewającej gruszki (*Pirus communis*). I tutaj w soczystem mięsiwie spotykamy regularny, cienko-

<sup>1)</sup> L. Mangin: Journal de Botanique. 1892, S. 238, również S. 241.



ścienny miękisz, złożony z wielkich komórek, w narożach mniej lub więcej zaokrąglonych. Komórki zawierają bezbarwny sok, bardzo słabo rozwinięty worek plazmatyczny i jądro. Tu i owdzie znajdujemy w tkance porzrzucone gniazda komórek silnie zgrubiałych (rys. 28); tworzą one tak zwane komórki kamienne gruszki. Komórki te odznaczają się bardzo grubymi ścianami, w których przebiegają liczne, delikatne i rozgałęzione kanaliki. Rozgałęzienie powstaje skutkiem tego, że w miarę, jak się zmniejsza światło komórki, pewna liczba kanalików łączy się z sobą, tworząc wspólny kanał, otwierający się do światła komórki. Można się przekonać, że w miejscu



Rys. 28. Z mięsa owocu gruszki. Silnie zgrubiałe komórki kamienne z rozgałęzionymi kanalikami i otoczone cienkościnnymi komórkami miękiszowymi.

z etknięcia się dwóch komórek kanaliki wzajemnie sobie odpowiadają. Komórki wykształcone, jakie mamy przed sobą, nie posiadają żadnej żyjącej zawartości, lecz są wypełnione tylko wodnistym płynem. Przedstawiają przeto martwe powłoki komórkowe. Cienkie komórki miękiszu traktowane chlorkiem cynku jodowym, powoli przybierają barwę fioletową, mocno zgrubiałe stają się żółto-brunatne. Te ostatnie są więc zdrzewniałe; z powodu silnego zgrubienia i zdrzewnienia ścian zaliczamy je do „sklerenchym”. Stosunki budowy komórek zgrubiałych występują nader wyraźnie przy traktowaniu preparatu chlorkiem cynkojodowym.

Zużytkujemy owoc gruszki, aby zapoznać się z reakcjami mikrochemicznymi na cukier. W tym celu najczęściej stosuje się roztwór Fehlinga. Przygotowujemy trzy wodne roztwory, z których jeden w litrze wody zawiera 35 g. siarczanu miedzi, drugi 173 g. soli Seignetta (winian potasu sodowego), trzeci 120 g. kwaśnej soli<sup>1)</sup>. Do użycia mieszamy po jednej objętości tych roztworów z dwiema objętościami wody. Oddzielne roztwory dadzą się przechowywać, gdy zmieszane zmieniają się zczasem. Reakcje wykonywamy bezpośrednio na szkiełku przedmiotowym. W tym celu na szkiełku umieszczamy większą kroplę Aq. dest. i 3 mniejsze krople przygotowanych roztworów i mieszamy je pałeczką szklaną. Skrawki, na których chcemy zbadać reakcję, nie po-

<sup>1)</sup> G. Dragendorf: Die qualitative und quantitative Analyse von Pflanzen und Pflanzenteilen. 1882, str. 70.



winy być za cienkie, powinny zawierać przynajmniej dwie warstwy nienaruszonych komórek i, rozumie się, nie leżeć przedtem w wodzie. Skrawek sporządzamy dopiero po przygotowaniu roztworu Fehlinga, umieszczamy bezpośrednio w roztworze i nakrywamy szkiełkiem przykrywkowym. Następnie ogrzewamy szkiełko przedmiotowe nad płomieniem, dopóki w cieczy nie zaczynają się tworzyć pęcherze. Pod mikroskopem zobaczymy w komórkach czerwony osad zredukowanego tlenku miedzi. Możemy uprościć całą reakcję, umieszczając skrawki najpierw w stężonym wodnym roztworze siarczanu miedzi, następnie przemycając je po pewnym czasie szybko w Aq. dest. i zanurzając je we wrzący roztwór 10 gr. soli Seignetta i 10 gr. wodoru potasu w 10 cm. wody<sup>1)</sup>. Wynik reakcji poucza, że w komórkach gruszki znajdują się substancje, redukujące zasadowy roztwór tlenku miedzi; jest to zapewne cukier gronowy i owocowy, występujące w większości słodkich owoców i połączone ogólnym mianem glukozy albo glikozy, a w tym wypadku głównie cukier owocowy albo lewuloza (fruktoza). Obok tych gatunków cukru gruszka zawiera zawsze pewną ilość cukru trzcinowego, którego reakcja zasłonięta jest reakcjami cukrów redukujących. Zresztą nie należy zapominać, że podobnie jak glikozy także pewna ilość innych ciał działa redukująco na zasadowy roztwór tlenku miedzi.

Jak to możemy stwierdzić na skrawku buraka cukrowego, cukier trzcinowy nie redukuje zasadowego roztworu tlenku miedzi. Ogrzany w ten sam sposób w roztworze Fehlinga, jak to było zrobione ze skrawkiem gruszki, nie powoduje powstawania osadu w komórkach, ale raczej możemy dostrzec pod mikroskopem tylko niebieskie zabarwienie soku komórkowego w komórkach buraka. Gotujemy skrawek przez dłuższy czas w roztworze Fehlinga; wówczas zaczyna się on także z powierzchni barwić czerwono. Mianowicie wskutek silnie zasadowej reakcji roztworu cukier trzcinowy inwertuje się i dlatego daje również osad tlenku miedzi. Pod mikroskopem możemy dostrzec na obwodowych warstwach komórek czerwone ziarenka; gdy zaś działanie nie trwało zbyt długo, wewnętrzne komórki ciągle jeszcze zawierają tylko niebieski płyn.

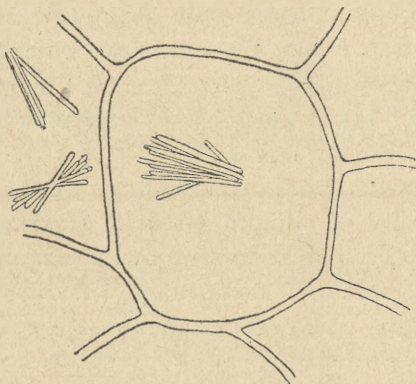
Zużytkujemy następnie burak cukrowy dla poznania mikrochemicznych reakcyj na azotany i azotyny zapomocą dwufeniljaku<sup>2)</sup>. Odczynnik ten używany przez chemików, dla wykazania bardzo małych ilości azotanów i azotynów oddaje także wyborne usługi w badaniach histologicznych. Poprzeczne lub podłużne skrawki z buraka sięgać powinny do jego powierzchni. Skrawki najlepiej nieco obsuszyć na szkiełku przedmiotowym, i dopiero potem traktować odczynnikami. Używamy 0,05 gr. dwufeniljaku rozpuszczonego w 10 cm. sześciennych czystego kwasu siar-

<sup>1)</sup> A. Meyer: Ber. d. Deutsch bot. Ges. Tom III, 1885. Str. 332. Co do innych metod porównaj Rej. III. Wykrycie cukru.

<sup>2)</sup> Porówn. H. Molisch: Ber. d. deutsch bot. Ges., Bd. I, 1883. Str. 150, dalej tenże: Mikrochemie der Pflanze. Jena, 1913. Str. 82 i nast.



czanego. Natychmiast po dodaniu odczynnika występuje ciemno-niebieskie zabarwienie, t. j. tworzenie się błękitu anilinowego, w najbardziej zewnętrznej warstwie skrawka, która zawiera najmłodsze, rozwijające się tkanki buraka; w nich przeto znajdują się azotany. Z miejsc niebiesko zabarwionych barwnik wkrótce przechodzi na resztę preparatu, lecz w pierwszej chwili reakcji bardzo wydatnie występuje barwiąca się warstwa. Ponieważ w roślinach, jak to wykazały analizy soków, często znajdują się azotany, rzadziej azotyny, przeto w powyższej reakcji z wszelkiem prawdopodobieństwem możemy wnosić o istnieniu azotanów. Jeżeli zamiast obeschniętego nieco skrawka użyjemy świeżego, w takim razie utworzony barwnik daleko szybciej rozchodzi się po tkance i warstwa zabarwiona nie tak się wyraźnie odgranicza.—Zresztą również i inne związki, np. tlenek żelaza, chlorek żelaza i inne dają z dwufeniljakiem tę samą reakcję, jednak co się tyczy reakcji w roślinie, związki te nie mogą wchodzić w rachubę. Gdy u buraka cukrowego reakcja z dwufeniljakiem występuje w sposób tak charakterystyczny, u innych roślin nawet w obecności azotanów może nie nastąpić, także z niewystąpienia tej reakcji nie należy wyciągać ostatecznego wniosku co do nieobecności azotanów.



Rys. 29. Komórka z tkanki buraka cukrowego pod działaniem nitronu, gdzie widzimy tępe kryształki azotanu nitronu.

We wszystkich wypadkach bardzo cennym jest, zwłaszcza tam, gdzie reakcja z dwufeniljakiem zawiodła, gdy obok reakcji barwnej zapomocą dwufeniljaku zastosujemy także reakcję ze strącaniem osadu; co się tyczy tej reakcji, to ostatnio zalecano reakcję z „nitronem” (diphenylamid

lodihydrotriazol, który można dostać u Mercka<sup>1)</sup> w Darmstademie), odczynnik ten również zastosujemy do buraka cukrowego. Nitron używamy jako 10% roztwór w 5% kwasie octowym i działamy nim na skrawki podłużne, jeżeli chodzi o to, aby stwierdzić umiejscowienie azotanu w tkankach. Skrawek podłużny możliwie prędko nakrywamy szkiełkiem przykrywkowym, aby z naciętych komórek nie wypłynęły pojawiające się w preparacie charakterystyczne tępe kryształki azotanu nitronu, występujące w postaci krótkich igieł i wiązek (rys. 29)<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> R. Klein: Beih. z. bot. Zentralbl. Tom XXX, 1913, I dział. Str. 141 i nast.

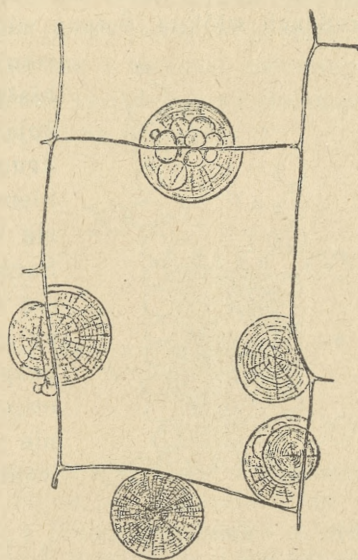
<sup>2)</sup> Obecność szczawianów przy działaniu nitronu zostaje zdradzona przez to, że w komórkach powstaje najpierw galarela, zamiast powoli w długie ostre kryształki i wiązki. Rzadko tylko zjawiają się grube kryształki z tępymi końcami.—Azotyny dadzą się stwierdzić w wyciśniętych sokach odpowiednich części roślinnych. Por. w tym celu spis III azotyny.



Jako następny przedmiot badania weźmiemy bulwę georginji (*Dahlia variabilis*). Bulwa wzdłuż przecięta przedstawia w środku wyraźny rdzeń. Na podłużnym skrawku tego ostatniego pod mikroskopem widać komórki mniej więcej prostokątne, ułożone w podłużne szeregi, zawierające bardzo cienki worek protoplazmatyczny, jądro i bezbarwny sok komórkowy. Przewroty międzykomórkowe są wypełnione powietrzem; ściany komórek są delikatnie prążkowane. Prążki mają nachylenie pod kątem 35 do 40°. Na pierwszy rzut oka zdaje się, jakoby istniały dwa układy prążków w jednej płaszczyźnie, ułożone w przeciwnych kierunkach. W rzeczywistości prążki nachylone w jednym kierunku należą do jednej, nachylone w kierunku przeciwnym—do drugiej komórki, jak to stwierdzić można na wolnym brzegu skrawka. Chlorek cynku jodowy barwi prążki na niebiesko; gdzie wszakże dwa prążki leżą niezbyt blisko jeden od drugiego, widzimy między nimi bezbarwną przestrzeń.

Gdy skrawek włożymy do alkoholu bezwodnego, w soku komórkowym powstaje delikatny osad inuliny. Zastąpiwszy alkohol wodą i ogrzewszy szkiełko przedmiotowe nad lampką spirytusową, spostrzeżemy, że osad znowu się rozpuścił. Ażeby zbadać inulinę w sferokryształach, przygotowujemy preparaty z kawałków bulwy, które przynajmniej osiem dni przedtem leżały w 50% alkoholu. Najlepiej badać skrawki w wodzie i w czasie badania bardzo powoli dodawać kwasu azotowego. Sferokryształy (rys. 30) zawsze znajdują się na ścianach komórek, gdzie tworzą mniej więcej zupełne kule. Kula może być przecięta jedną lub kilkoma ścianami komórkowymi. Zwykle kilka kul skupia się razem. Kule przedstawiają mniej lub więcej wyraźną budowę promienistą; budowa ta wyraźniej występuje, gdy się rozpoczyna działanie kwasu azotowego; pochodzi ona od promienisto ułożonych igieł krystalicznych, składających kulę. Zwykle oprócz uwarstwienia promienistego widzimy jeszcze współśrodkowe, które uważać należy za następstwo niejednostajności warunków krystalizacji. — Roztwór jodu nie wywołuje żadnego zabarwienia.—Sferokryształy ogrzane w kropli wody na szkiełku przedmiotowym wkrótce znikają.

Nie wszystkie sferyty z bulwy georginji składają się z inuliny; bardzo często między innymi znajdujemy także sferyty z fosforanu potasu, które są zazwyczaj mniejsze i rozpuszczają się powoli, jeżeli skrawek

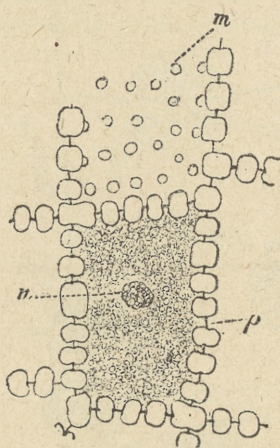


Rys. 30. Z bulwy *Dahlia variabilis* po kilkumiesięcznym leżeniu w alkoholu. Sferokryształy na ścianach. Pow. 240 razy.



badamy w wodzie. Znikają szybko, jeżeli do badanej kropli dodamy kwasu azotowego. Działając stężonym kwasem siarczanym, stwierdzimy, że sferyty fosforanu wapnia natychmiast brunatnieją i prędko zamieniają się w gniazda wystrzelających kryształów gipsu, gdy sferyty inulinu początkowo pozostają niezmienione.

Złamawszy mocną, tuż przy ziemi obciętą łodygę barwinka *Vinca minor* albo *major*, ujrzymy na brzegach powierzchni złamania liczne wystające włókienka. Chwytnymi szczyptami pewną liczbę tych włókien, wyciągamy je i umieszczamy w kropli wody na szkiełku przedmiotowym. Pod mikroskopem przedstawiają się one jako długie włókna sklerenchymatyczne, mocno zgrubiałe i na obu końcach zaostrome. Ich światło jest zredukowane do wąskiej jamki, która zupełnie zanika na obu końcach włókna. Ściana włókien mniej zgrubiałych przedstawia prążko-



Rys. 31. Komórka z bielma *Ornithogalum umbellatum*. *m*—jamka z góry, *p*—błona zamykająca, *n*—jądro komórkowe. Pow. 240 razy.

wanie w jednym tylko kierunku; w mocniej zgrubiałych znajdujemy dwa systemy prążków krzyżujących się z sobą, jeden należy do zewnętrznych, drugi do wewnętrznych warstw włókna. Chlorkiem cynku jodowym włókna natychmiast barwią się na kolor fioletowy z odcieniem brunatnym. Szczególniej pouczające jest jednakże zachowanie się włókien w amonjakałnym tlenku miedzi, który rozpuszcza czysty błonnik. Działanie należy bezpośrednio obserwować. Po dodaniu amonjakałnego roztworu tlenku miedzi ściany włókien silnie pęcznieją; w pierwszej chwili działanie prążkowanie staje się wyraźniejsze, lecz szybko zanika.

Przetnijmy teraz nasienie śnieodka (*Ornithogalum umbellatum*) w pół, osadźmy jedną połowę w ręcznym śrubsztaku, zwilżmy wodą powierzchnię przecięcia i przygotujmy skrawek o ile można najcieńszy. Preparat (rys. 31) przedstawia prawie prostokątne komórki.

Ściany ich są mocno zgrubiałe, lecz warstwę zgrubienia przerywają liczne, pojedyncze jamki. Jamki, oglądane z powierzchni, wyglądają jako okrągłe dziurki (*m*), jak to widać na górnej komórce załączonego rysunku. Z profilu jamki przedstawiają się jako kanały przebiegające od światła komórki aż do pierwotnej błony komórkowej. Jamki komórek przyległych dokładnie sobie odpowiadają i są od siebie oddzielone pierwotną ścianą (*p*), którą nazwiemy „błoną zamykającą”. Wewnętrzna powierzchnia warstwy zgrubienia silnie łamie światło i tworzy tak zwaną „błonek graniczną”. Następnie kilka skrawków umieszczamy w roztworze jodu w jodku potasu, usuwamy nadmiar tego roztworu i dodajemy kroplę rozcieńczonego kwasu siarczanego (por. str. 50, 51). Warstwy zgrubienia komórek pęcznieją i jednocześnie barwią się na niebiesko. Między



temi pęczniącymi warstwami zgrubienia pozostają bardzo cienkie ściany rozdzielające nie nabrzmiałe; na cienkich miejscach skrawka możemy stwierdzić, że zabarwiły się one na brunatnawo. Są to t. zw. „blaszki środkowe”, t. j. błony, które rozdzielały komórki przed nastąpieniem zgrubień i które również przechodzą przez zamykające błony jamek. — Komórki są wypełnione protoplazmą i ziarnistymi ciałami, przyjmującymi brunatno-żółte zabarwienie pod działaniem jodu.

Bardzo podobny wygląd mają warstwy zgrubienia w komórkach bielmowych daktyla (*Phoenix dactylifera*). Komórki są tutaj bardziej wydłużone, światło ich węższe, ściany nieco grubsze. Komórki ułożone w jądrze daktyla w kierunkach promieni. Na skrawkach więc poprzecznych i promieniowych, komórki przedstawiają się w podłużnym przecięciu, na skrawkach stycznych, przechodzących prostopadle do promienia, w przecięciu poprzecznym. Jod z jodkiem potasu i kwasem siarczanym barwi warstwy zgrubienia na niebiesko, chlorek cynku jodowy fioletowo, przy powolnym pęcznieniu występują zwykle liczne blaszki.

## ROZDZIAŁ VI.

Skórka. Mikrotom ręczny. Szparki oddechowe. Soczewki skupiające.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: Liście z *Iris florentina* lub innego gatunku *Iris*.—Liście z *Hyacinthus orientalis* albo innego gatunku *Hyacinthus*, lub z gatunku *Lilium*. — Liście z *Tradescantia virginica*, albo z *Tradescantia zebrina*. — Liście z *Tropaeolum majus*.—Liście z *Campanula persicifolia*.—Liście te najlepiej badać na świeżo, jednakże przeważnie i w materiale alkoholowym są podatne do użycia, np. podczas zimy.

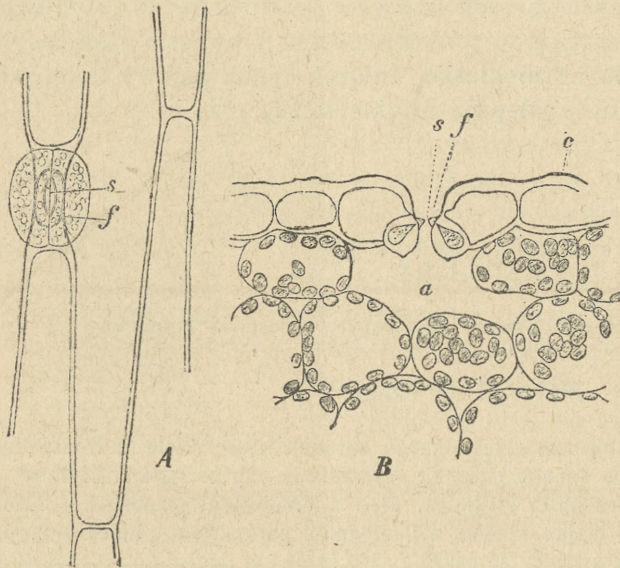
### Odczynniki:

Roztwór chlorku cynku z jodem. — Stężony kwas siarczanym.

Przygotujemy skrawek powierzchniowy z zewnętrznej strony (morfologicznie dolnej) liścia *Iris florentina*. Aby przytem przeszkodzić wdzieraniu się powietrza psującego obraz mikroskopowy, jak to się zresztą zwykle postępuje przy sporządzaniu skrawków ze świeżego materiału, zwilżamy ostrze brzytwy wodą. Skrawek musi być tak cienki, aby ledwo dotknął tkanki znajdującej się pod skórką; badamy go w wodzie, zwróciwszy stronę zewnętrzną ku górze. Zobaczymy wówczas, że skórka składa się z wydłużonych komórek przebiegających równolegle do podłużnej osi liścia. Komórki jedna od drugiej oddzielone są przegrodami ustawionymi poprzecznie. Przylegają do siebie, nie pozostawiając prze-



stworów międzykomórkowych, zawierają bezbarwny sok komórkowy i posiadają bardzo zredukowaną warstwę protoplazmy ściennej, która zawiera również jądro. Na stronie zewnętrznej skórka jest pokryta bardzo drobnoziarnistą powłoką woskową. W jednej linii z komórkami skórki znajdują się eliptyczne szparki oddechowe (stomata), które jednak są nie dość wyraźnie widoczne. Pochodzi to stąd, że 4 graniczące z sobą komórki skórki znajdują się powyżej komórek szparkowych i pokrywają je częściowo. Pozostaje więc tylko eliptycznie wydłużone zagłębienie (*f*), prowadzące do szparki oddechowej (rys. 32 *A*). Zagłębienie to wygląda przeważnie czarno, ponieważ jest wypełnione powietrzem. Aby dostrzec komórki zamykające, musimy skrawek odwrócić. Z łatwością



Rys. 32. Skórka z dolnej strony liścia *Iris florentina*. *A* — z góry, *B* — przekrój poprzeczny, *f* — zagłębienie, *s* — szpara, *c* — naskórek, *a* — jama oddechowa. Pow. 240 razy.

wówczas stwierdzamy, że szparka utworzona jest przez dwie komórki półksiężycowate. Komórki te w odróżnieniu od sąsiednich komórek skórki zawierają ziarna chlorofilowe. Jądra rysują się jako jasne plamy w połowie długości każdej komórki. Pomiędzy dwiema komórkami znajduje się wrzecionowata szpara (*s*) prawie o połowę krótsza od komórek. — Ponieważ podłużna oś szparki oddechowej odpowiada podłużnej osi liścia, łatwo więc o-

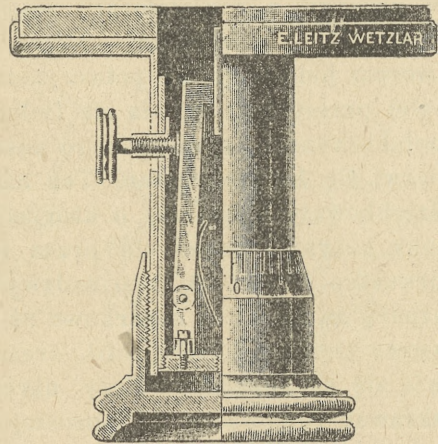
trzymać ze szparki dobre przekroje poprzeczne. Naprzód przy pomocy nożyczek wycinamy pasek z liścia długości półtora cm. i 3 mm. szeroki, równoległe do osi podłużnej liścia i umieszczamy go w kawałku rdzenia bżowego. Kawałek rdzenia 3 cm. długości rozcinamy ostrym nożem na dwie równe podłużne części, co udaje się najlepiej, jeżeli kawałek ten położymy na stole i przekroimy w położeniu leżącym. Wycinek liścia umieszczamy między połówkami rdzenia. Następnie wykonywamy delikatne skrawki poprzeczne przez rdzeń i wycinek liścia i przy pomocy pędzelka przenosimy skrawki liścia z ostrza brzytwy na szkiełko przedmiotowe, albo jeszcze lepiej do szkiełka zegarkowego napełnionego wodą. W czasie krajania połówki rdzenia trzymamy poprostu w palcach,



albo też przedtem przymocowujemy je do siebie, okręcając nitką. Przy krajaniu odwracamy kawałki rdzenia tak, aby brzytwa natrafiła na szeroką płaszczyznę, a nie na brzeg przedmiotu. W ten sposób otrzymujemy znacznie równomierniejsze skrawki. Dla delikatniejszych przedmiotów lepszym jest miękki rdzeń z łądygi słońca, niż cokolwiek twardszy rdzeń bżowy; dla przedmiotów twardych używamy korka od butelek. — Otrzymanie dostatecznie cienkich skrawków nie przedstawia większych trudności; jednakże, komu brakuje potrzebnej tutaj zręczności, może sobie pomóc, stosując odrazu mały mikrotom ręczny, np. taki, jak przedstawiony na rys. 33 mikrotom cylindryczny (№ 1215, dostarczany przez Leitz'a za 15 marek). Przedmiot umieszczony między odpowiednimi kawałkami rdzenia bżowego albo korka umocowujemy zapomoć śruby w cylindrze, którą można obniżyć o 10 mm. ponad płaszczyznę stołu. Podnoszenie przedmiotu uskutecznia się przez obracanie śruby mikrometrycznej, znajdującej się pod spodem i wynosi  $\frac{1}{100}$  mm. na każdą podziałkę. Opuszczenie napowrót wewnętrznej pochwy po odkręceniu śruby uskutecznia się przez naciśnięcie palcem. Podobne małe mikrotomy ręczne można również nabyć u Wilhelma Walba i następców w Heidelbergu za 17 marek (№ 8195)<sup>1)</sup>.

Przygotowujemy odrazu większą ilość skrawków z badanego przedmiotu i umieszczamy je w szkiełku zegarkowem wypełnionem wodą. Pierwsze skrawki, któreśmy wyjęli ze szkiełka zegarkowego, badamy w wodzie. W dogodnych miejscach

możemy zobaczyć obrazy szparek oddechowych w postaci przedstawionej na rys. 32 B. Te skrawki poprzeczne z liścia uczą nas, że komórki skórki z *Iris florentina* są silniej zgrubiałe na swej stronie zewnętrznej, niż na wewnętrznej, gdy ściany promieniste posiadają tylko nieznaczną grubość. Pozostaje to w związku z zadaniami skórki, która nie tylko ma zapewnić ochronę nazewnątrz, ale również służy do gromadzenia wody. Cienkie ściany promieniste pozwalają łatwo na zmiany objętości komórek, które przy utracie wody na podobieństwo miecha zmniejszają swą wysokość, aby w razie dopływu wody znowu się powiększyć. Obie komórki zamykające leżą wgłębione między komórkami skórki; widzimy teraz wyraźnie w jaki sposób te ostatnie wystają ponad komórki zamy-



Rys. 33. Prosty mikrotom ręczny Leitz'a z wycięciem, aby pokazać budowę wewnętrzną.

<sup>1)</sup> Co się tyczy złożonego mikrotomu porównaj rozdział XXXII.



kające. Zagłębienie prowadzi na dół do komórek zamykających. Nad szparą znajduje się jeszcze specjalna listwa zgrubienia, wystająca dziobkowato na przekrojach poprzecznych. Pod nią na wąskim pasku ściana jest cieńsza, jak również na szerszym pasku na przeciwległej stronie. Takie ukształtowanie zgrubienia ścian warunkuje mechanizm poruszania się komórek zamykających, które, stając się wyższe, jednocześnie silnie się skręcają i rozszerzają szparę, gdy turgor ich zwiększa się, prostują się zaś i szparę zwężają, gdy zmniejsza się ich napęcznienie. Aby ruchliwość szparek oddechowych nie napotykała przeszkód, silnie zgrubiała błona ścian przylegających komórek skórki staje się nagle cieńsza w miejscu przytwierdzenia komórek zamykających, które są w tym miejscu umocowane jakby na zawiasach. Pod szparką znajduje się jama oddechowa (*a*), t. j. wielki przestwór międzykomórkowy, wypełniony powietrzem, ograniczony komórkami zawierającymi chlorofil i pozostający w związku z przestworami międzykomórkowymi, znajdującymi się pomiędzy temi komórkami.—Na skrawku poprzecznym potraktowanym roztworem jodu w jodku potasu zauważymy, że ściany komórek skórki na całej przestrzeni barwią się fioletowo z wyjątkiem cienkiego cokolwiek pofałdowanego, zewnętrznego pasemka, t. zw. naskórka (cuticula), który barwi się żółto-brunatno. Ten naskórek nad szparką oddechową tworzy dziobkowaty wyrostek, o którym wspominaliśmy wyżej; jest on przepojony kutyną i barwi się przez to chlorkiem cynku z jodem na żółto-brunatno. Naskórek jako nadzwyczaj delikatna błonka przechodzi przez szparę na komórki szparkowe aż do miejsca, gdzie leżą komórki miększowe zawierające chlorofil. Zresztą i komórki zamykające w całości barwią się na fioletowo. Przy użyciu stężonego kwasu siarczanego cały skrawek rozpuszcza się, pozostaje tylko naskórek wraz z kutynizowanymi wyrostkami szparki.

Szparki oddechowe, znajdujące się na liściach gatunków *Hya c i n t h u s*, są podobnie zbudowane do szparek oddechowych u *Iris florentina*, nie są jednak wgłębione w skórę; raczej obie komórki przyszparkowe leżą na tej samej wysokości, co i pozostałe komórki skórki. Dlatego też na skrawkach powierzchniowych albo zdartych paskach skórki nawet gdy ją rozpatrujemy z zewnątrz, dobrze widać obie komórki przyszparkowe. Szparki oddechowe znajdują się nie tylko na stronie dolnej liścia, ale również i na górnej. Ponieważ i tutaj osie podłużne szparek schodzą się z osią podłużną liścia, z łatwością więc można otrzymać dobre skrawki poprzeczne. W połowie długości na szparce, jak również na całej wysokości sąsiednich komórek skórki ściany komórek przyszparkowych są słabo zgrubiałe; ukształtowanie kolanek jest takie same jak u *Iris*.

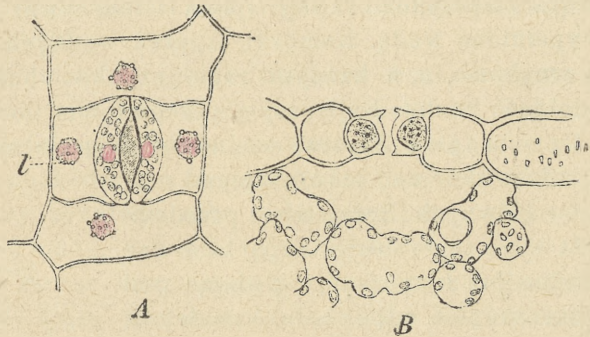
Szparki oddechowe gatunków *Lilium* zachowują się w sposób podobny.

Bardzo dobrym przedmiotem do badania przyrzędu szparkowego jest *Tradescantia virginica*. Skórka po obu stronach liścia składa się



z wielokątnych komórek, zwykle wydłużonych w kierunku osi podłużnej liścia. Pomiędzy nimi spotykamy węższe pasy złożone z komórek węższych i dłuższych. Pasy te widać już gołym okiem, szczególnie na dolnej powierzchni liścia, są one zielone, gdy tymczasem pasy złożone z komórek szerszych są szare. Boczne ściany komórek skórki są opatrzone kropkami; powierzchnia zewnętrzna słabo prążkowana. Liczba szparek jest znacznie większa na dolnej powierzchni liścia i dlatego tę powierzchnię wybierzemy do badania. Szparki są prawie zawsze otoczone czterema komórkami skórki (rys. 34 A). Leżą na jednym poziomie ze skórką. Szpara pomiędzy komórkami szparkowymi jest stosunkowo duża. Komórki szparkowe zawierają ziarna chlorofilu, pomiędzy którymi zwykle widać jądro; w komórkach skórki jądra także są wyraźne i otoczone bezbarwnymi leukoplastami (rys. 34 B); sok komórek skórki tu i owdzie jest zabarwiony różowo. Podłużna oś szparek odpowiada podłużnej osi liścia, tak, że i tutaj łatwo jest otrzymać dobre przecięcia poprzeczne. Na takim przecięciu szparka

przedstawia się, jak to pokazuje rys. 34 B. Strona szparkowa i tutaj jest zgrubiała, strona zwrócona ku wnętrzu komórek skórki jest cieńsza. Oprócz tego widzimy, że obie komórki skórki, graniczące z komórkami szparkowymi są bardziej płaskie i nawięcej zgrubiałe jak dalsze komórki skórki. Są to tak zwane

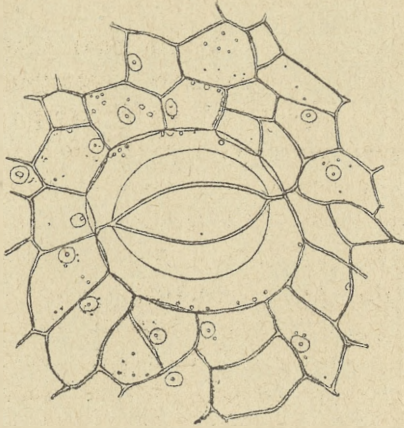


Rys. 34. Komórki skórki z dolnej powierzchni liścia *Tradescantia virginica*. A—z góry, B—na przekroju poprzecznym, l—leukoplasty przylegające do jądra. Pow. 240 razy.

„komórki dodatkowe”, należące do przyrządu szparkowego i tworzące staw zawiasowy, który i *Iris florentina*, jak widzieliśmy, jest utworzony tylko przez bardziej cienkie miejsce błony w nasadzie komórek szparkowych. Leukoplasty pomimo wystawienia na działanie światła, są małe i nie wyrastają w ziarna chlorofilu, gdyż skórka ma tu inne zadanie i nie funkcjonuje jako narząd przyswajający.

*Tradescantia zebrina*, często hodowana w ogrodach, ma przyrząd szparkowy tak samo zbudowany. Tylko dolna powierzchnia liści posiada szparki. Liczne komórki skórki zawierają tam różowo-czerwony sok komórkowy. Bardzo często z obu stron szparki znajdują się dwie komórki dodatkowe. Przecięcie poprzeczne jest bardzo pouczające, chociaż niełatwo otrzymać cienkie skrawki. Dla zorientowania się wystarczą jednakże i grubsze skrawki. Komórki skórki obu powierzchni liścia, jak pokazuje poprzeczne przecięcie, odznaczają się znaczną wielkością. Mia-





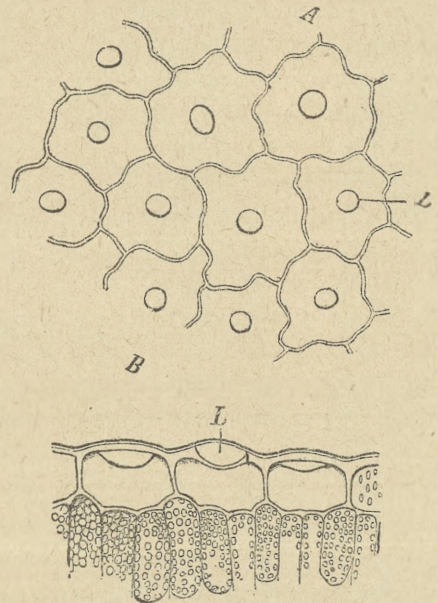
Rys. 35. Szparka wodna z brzegu liścia *Tropaeolum majus*, wraz z przylegającymi komórkami skórki. Pow. 240 razy.

stwór międzykomórkowy (jama oddechowa) przynajmniej czasowo są wypełnione wodą. Komórki szparek wodnych są prawdopodobnie zawsze nieruchome, a w każdym razie szybko obumierają i tracą ewentualną zdolność ruchu. Najlepszym przedmiotem do ich badania jest *Tropaeolum majus*. Szparki wodne znajdują się na górnej powierzchni liścia, a mianowicie nad zakończeniami nerwów głównych. Brzeg liścia przedstawia małe zagłębienie. Szparki wodne można już rozpoznać, oglądając pod mikroskopem odpowiedni kawałek liścia, umieszczony w wodzie pod szkiełkiem przykrywkowym. Szczegóły są wprawdzie widoczne dopiero na skrawkach powierzchniowych, które trzeba wykonać w odpowiednim miejscu na brzegu liścia. Szparka wodna przedstawia się wówczas tak, jak to pokazuje rys. 35. Zawartość komórek szparkowych w przypadku przedstawionym na rysunku, jest zredukowana do minimum. Zawsze kilka szparek wodnych znajduje się w nieznaczonej od siebie odległości.

Zewnętrzne ściany komórek skórki na górnej powierzchni liści rozmaitych gatunków roślin posiadają rzucające się w oczy soczewkowate zgrubienia. Dzieje się tak np. u *Cam-*

nowicie na powierzchni górnej są tak wysokie, że zajmują połowę grubości liścia. Skórka na liściach tej rośliny jest więc bardzo potężnym zbiornikiem wody. Niektóre komórki skórki są podzielone poprzecznymi przegrodami. „Komórki dodatkowe” szparki są zupełnie płaskie, tak że pod przyrządem szparkowym powstaje wielka jama poddechowa, tak wysoka jak sąsiednie komórki skórki.

Rozpatrzmy teraz na odpowiednim przedmiocie szparki wodne. Posiadają one taką samą budowę jak i szparki powietrzne czyli oddechowe z tą różnicą, że są większe, a szpara i sąsiedni przestwór



Rys. 36. Skórka z górnej powierzchni liścia *Campanula persicifolia*. *A* — z góry, *B* — na przekroju poprzecznym, *L* — soczewki skupiające. Pow. 240 razy.



panula persicifolia, ogólnie rozpowszechnionego gatunku dzwonka. Odpowiednie preparaty ze skórki możemy sobie bardzo łatwo przygotować w najprostszy sposób, robiąc skalpelem w pobliżu nerwu środkowego liścia wycięcie, chwytając tutaj skórkę szczypczykami i odcinając ją w kierunku brzegu liścia, co u tego gatunku dzwonka daje się bardzo łatwo wykonać. Otrzymaną w taki sposób błonkę, po odwróceniu jej zewnętrzną powierzchnią do góry, badamy w wodzie. Stwierdzimy, że skórka zbudowana jest prawie z izodjametrycznych, ściśle do siebie przylegających, komórek falisto zakreślonych (rys. 36 A). W środku komórek położonych blisko brzegu liścia zauważymy po jednym kulistym albo eliptycznym jasnym ciałku, pięknie występującym zwłaszcza wówczas, jeżeli do badania weźmiemy liście przyziemne, zimujące. Utwór ten jest zwapniały, silnie załamujący światło i według Haberlandta działa jako soczewka skupiająca, przy percepcji świetlnej liścia<sup>1)</sup>. Na skrawkach poprzecznych przez podłużne wycinki liścia, zawierające również jego brzeg i podobnie jak u Iris umieszczone do krajaniamy między kawałkami rdzenia białego, można stwierdzić, że soczewki skupiające są dwuwypukłe (rys. 36 B).

O skupiającej światło sile okrągłych utworów krzemionkowych w skórcie *Campanula persicifolia* można się łatwo przekonać, wykonując proste doświadczenie fizyczne, t. zw. „doświadczenie soczewek”<sup>2)</sup>. Kawałek skórki pochodzący z brzegu górnej powierzchni liścia i zdjęty albo przy pomocy brzytwy, albo przez delikatne oddarcie, umieszczamy na słabo zwilżonym szkiełku przykrywkowym, przyczem należy się starać o to, aby strona zewnętrzna pozostała sucha. Szkiełko przykrywkowe, stroną zawierającą preparat zwrócone ku dołowi, umieszczamy na szklanym pierścieniu wilgotnej kamery\* (por. rozdział XXI), którą umieszczamy na stoliku mikroskopu. Oświetlenie otrzymujemy przez płaskie zwierciadło, rzucające rozproszone światło dzienne. Przy nastawieniu mikroskopu na ściany wewnętrzne komórek skórki i padaniu światła prawie prostopadle możemy odróżnić jasną część środkową i ciemną strefę brzeżną.

---

<sup>1)</sup> G. Haberlandt: Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter, 1905; dalej tenże Physiologische Pflanzenanatomie, 5 wydanie. Lipsk, 1918, str. 572 i nast.

<sup>2)</sup> G. Haberlandt: l. c. 1918, str. 575.



## ROZDZIAŁ VII.

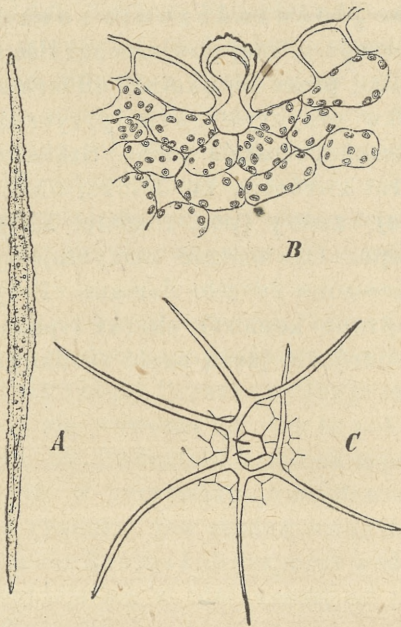
Włoski. Kolce. Kryształy. Wydzieliny. Wosk.

### Materiał do badań:

- Latem: Liście *Cheiranthus Cheiri*.—Liście *Matthiola annua*.—Liście *Centaurea Jacea*, albo *Centaurea Cyanus*.—Liście *Shepherdia canadensis* albo *Elaeagnus angustifolia*.—Kawałki gałązki róży.—Młode pędy z *Urtica dioica*.—Pędy *Primula sinensis*, albo *Pelargonium zonale*.—Liście *Echeveria globosa*.—Liście *Eucalyptus globulus*.—Żdźbło *Secale cereale*.—Łodyga *Saccharum officinarum*.—Wszystkie te części roślinne o ile można w stanie żywym
- Zimą: też same rośliny oprócz *Secale*.—U *Centaurea* materiał alkoholowy.—Ze *Shepherdia* i *Elaeagnus* suche liście.

### Odczynniki i barwniki:

Kwas octowy. — Ług potasowy. — Kwas solny. — Stężony kwas siarczany. — 2% kwas chromowy. — Alkohol.



Rys. 37. *A* i *B*—włosek z dolnej powierzchni liścia *Cheiranthus Cheiri*. *A*—z góry, pow. 90 razy. *B*—na przekroju poprzecznym, pow. 240 razy. *C*—włosek z dolnej strony liścia *Matthiola annua* widziany z góry. Pow. 90 razy.

Znamy już włoski korzeniowe u żabiścieku, *Hydrocharis morsus ranae*, zaniechamy badania ich u innych gatunków, gdyż wszędzie są jednokomórkowe, a tem samym bardzo prostej budowy. Widzieliśmy także w licznych płatkach (*Tropaeolum*, *Rosa*), komórki skórki wydłużone w stożkowate brodawki; jako też włoski pręcikowe tradescancji (rys. 18), tworzące nitkę złożoną z beczkowato nabrzmiałych komórek; na koniec poznaliśmy włoski dyni, wydłużające się z wielokomórkowej nasady w pojedynczą, ostro zakończoną nitkę.

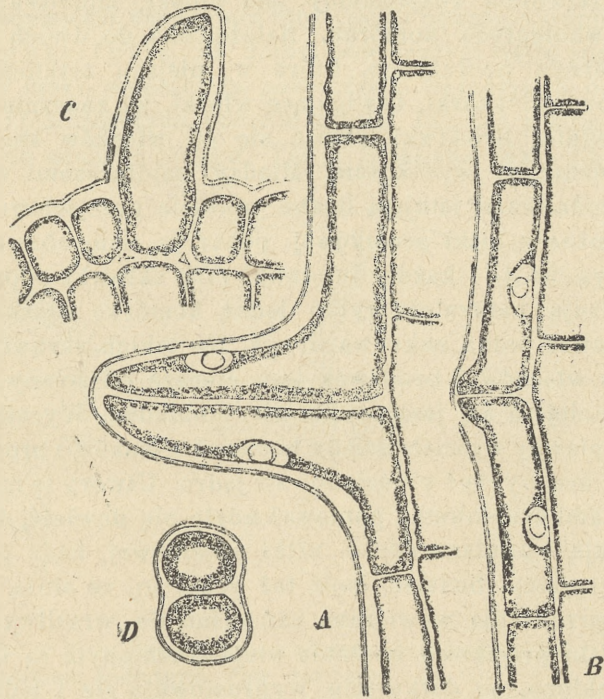
Znamy przeto włoski roślinne z kilkakrotnej już obserwacji, chodzi wszakże o to, ażeby uzupełnić wiadomości nasze w tym przedmiocie.

Na liściach i łodygach roślin krzyżowych spotykamy bardzo różnorodne formy jednokomórkowych, kilkakroć rozgałęzionych włosków. U laku (*Cheiranthus Cheiri*), na



liściach i łodygach znajdują się oszczepowate twory (rys. 37 A), których wąskie światło w obu końcach zanika. Te jednokomórkowe oszczepy pokryte są na zewnętrznej powierzchni większymi i mniejszymi wyrostkami. Ponieważ wszystkie oszczepy są skierowane równolegle do podłużnej osi liścia, przeto stosunkowo łatwo otrzymać z nich dobre poprzeczne przekroje. Chodzi o to, aby natrafić na miejsce nasady włoska, znajdujące się w połowie jego długości; trzeba więc przygotować liczne skrawki. Zobaczymy wówczas (rys. 37 B), że miejsce nasady włoska jest nieco wgłębione i że komórka skórki, wydłużająca się nazewnątrz w ciało włoska, jest węższa od sąsiednich komórek i że w podstawie zaokrągliła się, nabrzmiewa i sięga głębiej w przylegającą tkankę. Tym sposobem tworzy ona „nóżkę” włoska. — Podłużne przecięcia liścia pouczają, że nóżka w kierunku podłużnym liścia nie jest szersza niż w kierunku poprzecznym i że światło nóżki przechodzi bezpośrednio w światło włoska. Jeszcze dokładniejszy obraz nóżki można otrzymać, odwracając cienki skrawek powierzchniowy dolną stroną ku górze. Na przekroju poprzecznym nóżka jest okrągła. Stwierdzamy tu także, że komórki chlorofilowe tkanki liścia stykają się bezpośrednio z rozszerzoną nieco częścią nóżki, leżącą pod skórką.

Na liściach i łodygach jednorocznej lewkonji (*Matthiola annua* rys. 37 C), którą można utrzymać przez zimę po odcięciu pędów kwiatonośnych, znajdują się włoski kilkakrotnie rozgałęzione w jednej płaszczyźnie. Szczególniej na dolnej stronie liścia włoski osadzone są tak gęsto, że rozgałęzienia ich zachodzą na siebie wskutek silnego zgrubienia ścian. Światło włoska prawie zaniknęło. Na powierzchni włosków dostrzegamy zaledwie ślady wyrostków. Bardzo pouczającym jest wygląd skórki ze strony wewnętrznej, widać bowiem wówczas dość znaczne na-



Rys. 38. Włoski czuciowe A, C, D i brodawki czuciowe B z nitki pręcikowej *Centaurea Jacea*. A i B — w przekroju podłużnym nitki pręcikowej, C — w przekroju poprzecznym nitki pręcikowej, D - przekrój poprzeczny z włoska czuciowego. Pow. 450 razy.

Na liściach i łodygach jednorocznej lewkonji (*Matthiola annua* rys. 37 C), którą można utrzymać przez zimę po odcięciu pędów kwiatonośnych, znajdują się włoski kilkakrotnie rozgałęzione w jednej płaszczyźnie. Szczególniej na dolnej stronie liścia włoski osadzone są tak gęsto, że rozgałęzienia ich zachodzą na siebie wskutek silnego zgrubienia ścian. Światło włoska prawie zaniknęło. Na powierzchni włosków dostrzegamy zaledwie ślady wyrostków. Bardzo pouczającym jest wygląd skórki ze strony wewnętrznej, widać bowiem wówczas dość znaczne na-



brzmienie kulistej nóżki włoska i bardzo piękne promieniste ułożenie chlorofilowych komórek wokoło nóżki.

Szczególne ciekawe jest zbadanie włosków, znajdujących się na pręcikach w kwiatach chabru pospolitego (*Centaurea Jacea*)<sup>1)</sup>. W dolnej jednej trzeciej części nitki pręcikowej skórka jest prawie zupełnie płaska, gdy w środkowej trzeciej części obficie pokryta długimi włoskami i krótszemi brodawkami, ku górze natomiast włoski i brodawki są krótsze. Przygotowujemy kilka skrawków powierzchniowych ze środkowej części nitki pręcikowej i badamy w wodzie skórka zwróconą do góry. Z łatwością rozpoznamy tam włoski, zbudowane z dwóch wydłużonych równoległych komórek. Należą one do dwóch przylegających komórek szeregu podłużnego, które w miejscu zetknięcia wyrosły nazewnątrz. Komórki skórki, dźwigające włoski, są znacznie szersze niż komórki sąsiednie. Brodawki różnią się od włosków swą mniejszą, często bardzo nieznaczną wysokością. Między najdłuższymi włoskami i najmniejszymi brodawkami istnieją liczne postacie przejściowe. Środkowe skrawki podłużne z nitki pręcikowej pokazują nam obie komórki każdego włoska (rys. 38 A) i każdej brodawki (B); skrawki poprzeczne przez pręcik wykazują naturalnie tylko jedną komórkę włoska (C) albo brodawki, ponieważ jedna nakrywa drugą. Na takich skrawkach zauważymy, że ściana włosków i brodawek jest cieńsza od ściany skórki i że grubość ich zmniejsza się jeszcze ku wierzchołkowi. Wyraźna warstwa ścienna protoplazmy wyściela ściany komórek włosków i brodawek i w każdej komórce można wykryć wrzecionowate jądro. Utwory te nazwano brodawkami i włoskami czuciowemi, ponieważ udało się dowieść, że przy ich dotykaniu zostają wywołane ruchy nitki pręcikowej, bądź przez to, że bezpośrednio przyjmują bodziec, bądź też przez to, że służą one za stimulatory i przekazują wywierane nań ciśnienie wrażliwym włoskom pręcikowym. Nitki pręcikowe w stanie niepodrażnionym są łukowato nazewnątrz wypukłone, po dotknięciu wyprostowują się i jednocześnie skracają. Nowe badania poddały w wątpliwość wielkie znaczenie, jakie przypisywano temu zjawisku przy zapylaniu kwiatów<sup>2)</sup>.—*Centaurea Jacea* z podobnym wynikiem może być zastąpiona przez *Centaurea Cyanus*; obie rośliny można badać zimą na materiale alkoholowym.

Do tej samej kategorii co rozgałęzione włoski płatków *Verbascum*, należą łuski u *Shepherdia canadensis*. Na dolnej powierzchni liścia już przez lupę możemy dostrzec gwiazdy białe i wiotkie, oraz gwiazdy brunatne i zbite (rys. 39 A). Na górnej powierzchni liścia spotykamy tylko białe gwiazdy i to w niewielkiej ilości. Komórki wiotkich, białych gwiazd, jak uczy badanie mikroskopowe, zawierają tylko powietrze; wychodzą ze wspólnego punktu środkowego, z boków jednakże są

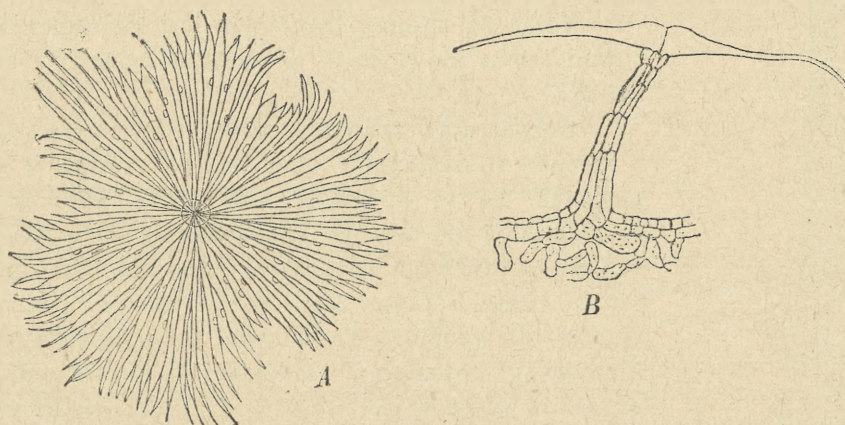
1) G. Haberlandt: Sinnesorgane im Pflanzenreich, 2 wydanie 1906, str. 34 i nast. i Physiologische Pflanzenanatomie, 5 wydanie, 1918, str. 544 i 548.

2) K. Goebel: Die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen. Jena, 1920, str. 351 i nast.



od siebie oddzielone; na górnej powierzchni liścia nie leżą w jednej płaszczyźnie, lecz rozchodzą się gwiaździsto we wszystkich kierunkach. Komórki brunatnych gwiazd są z sobą połączone prawie do samego brzegu i posiadają treść żyjącą; z łatwością można w nich wykryć jądra. Skrawki poprzeczne liścia w miejscach, gdzie gwiazda brunatna została odpowiednio przecięta (rys. 39 B), wykazują, że jej szypułka jest wielokomórkowa i że w jej budowie bierze udział nie tylko skórka, ale także warstwa leżąca pod nią. Szypułka posiada w górze gwiazdowate, jednowarstwowe, lecz wielokomórkowe rozszerzenie.

W braku rośliny *Shepherdia canadensis* może ją do pewnego stopnia zastąpić *Eleagnus angustifolia*. Na dolnej powierzchni liścia znajdują się tutaj tylko białe łuski, wypełnione powietrzem. Składają się one z komórek swobodnych, niezrosniętych bocznie z sobą, lub też z komórek zrosniętych prawie do samego brzegu. Tak z *Eleagnus*, jak i *She-*



Rys. 39. Łuski z dolnej strony liścia *Shepherdia canadensis*. A—z powierzchni, B—na przekroju podłużnym. Pow. 240 razy.

pherdia zimą możemy wziąć do badania liście znajdujące się jeszcze na gałęziach, albo już opadłe, a także na sucho przechowane; celem usunięcia powietrza liście takie najpierw na krótki czas kładziemy do alkoholu, a następnie rozmięczamy w ciepłej wodzie.

Przetnijmy teraz wzdłuż łodygę róży, np. *Rosa semperflorens*, w miejscu gdzie się znajduje kolec. Starajmy się przeciąć kolec o ile można przez środek na połowę, a następnie przygotujmy cienki skrawek. Zadanie to nie jest tutaj łatwe. Przygotowując skrawek trzeba pamiętać, aby powierzchnię przecięcia zwilżyć wodą. Na dobrze wykonanym skrawku można stwierdzić, że skórka łodygi przechodzi na kolec, przyczem komórki skórki grubieją i wydłużają się. Pod skórką kolca leżą wąskie, dosyć mocno zgrubiałe komórki, a pod nimi także same, lecz szersze. Te ostatnie wypełniają całą środkową część kolca. Wszystkie komórki są delikatnie kropkowane. Skórka łodygi jest oddzie-

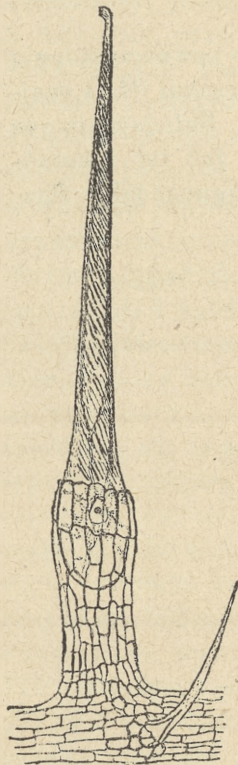


lona od wewnętrznej chlorofilowej tkanki warstwą zmiennej grubości, komórek stosunkowo silnie zgrubiałych wydłużonych, przylegających do siebie skośnymi przegrodami i pozbawionych chlorofilu. Są to te komórki pozbawione chlorofilu, które przechodzą do wnętrza kolca. Tkanka łądygi, zawierająca chlorofil, jest oddzielona od tkanki kolca pasmem tkanki płasko komórkowej. Warstwa ta powstaje przez podział najniższego pokładu komórek kolca; zrazu towarzyszy ona chlorofilowej tkance łądygi, lecz następnie zmierza ku skórcie, jednocześnie odgraniczając brzegi nasady kolca od tkanki łądygowej, nie zawierającej chlorofilu. Jest to warstwa korkowa; wzdłuż jej wewnętrznej powierzchni w starszych częściach łądygi, następuje odrywanie się kolców za pośrednictwem warstwy oddzielającej. Już przedtem udaje się dość gładko odłamać kolce od łądygi wzdłuż wewnętrznej powierzchni warstwy korkowej.

Kolec na ogonku liściowym jest tak samo zbudowany, lecz nie posiada w nasadzie warstwy korkowej.

Rozpatrując tkankę korową róży, graniczącą z kolcem, spostrzegamy obecność kryształów w komórkach. Są to kryształy szczawianu wapnia, nie rozpuszczają się bowiem ani w kwasie octowym, ani w ługu potasowym, rozpuszczają się zaś bez burzenia w kwasie solnym. Mają postać monoklinicznych słupów lub gruzłów. Te ostatnie składają się z wielkiej liczby kryształów osadzających się na jednym kryształe pierwotnym. Gruzły odznaczają się głównie wielkością i gwiazdowatym wyglądem.

Teraz zbadamy włoski parzące. Użyjemy do tego celu dużą rozdzielnopłciową pokrzywę (*Urtica dioica*), którą można dostać nawet zimą, jeżeli przeniesiemy ją w odpowiednim czasie w doniczkę do cieplarni. Możemy tu również użyć małą pokrzywę (*Urtica urens*), napotykaną w zimie tu i owdzie w ogrodach. Chcąc dostać nienaruszone włoski parzące pokrzywy rozdzielnopłciowej, należy je



Rys. 40. Włoski parzący z *Urtica dioica*, u dołu kawałek skórki; na niej mała szczecinka.

Pow. 60 razy.

brać z młodszych części rośliny, a najlepiej z nerwów młodych silnych liści. Włosek widzialny gołym okiem odcinamy brzytwą poniżej nasady i badamy w wodzie. Jeżeli jest już martwy, znajdziemy w nim powietrze; koniec został odłamany. Nienaruszony włoszek wygląda tak, jak jest przedstawiony na rys. 40. Włoszek jest jednokomórkowy silnie zaostroszony, nabrzmiął w wierzchołku w małą kuleczkę. W nasadzie jest on rozszerzony kolbowato i pograżony w kubeczek utworzony z tkanki liścia. Jak uczy historia rozwoju, taki włoszek powstaje z jednej komórki skórki,



leżącej na jednym poziomie z sąsiednimi; później dopiero, nabrzmiewająca nóżka włoska zostaje uniesioną do góry, na słupie tkanki pokrytej skórką i utworzonej z tkanki podskórnej. We włosku można zauważyć krążenie protoplazmy. Jądro znajduje się zwykle wewnątrz kolbowatego nabrzmienia; jest ono zawieszona na sznureczkach plazmy. Naskórek (cuticula) posiada ukośne listewki, skierowane w jedną stronę na wszystkich włoskach rośliny. Ściana włoska jest przepojona krzemionką, co łatwo możemy stwierdzić przy pomocy stężonego kwasu siarczanego i następnem dodaniu 20% kwasu chromowego. Dalej w dół szybko zmniejsza się grubość krzemionkowych części ściany i wreszcie redukuje się do naskórka. Burzenie się w kwasie solnym wskazuje, że części ściany pozbawione krzemionki są nasycone węglanem wapnia, przez co zwiększa się sztywność całego włoska. Jak to już wyżej wspomniano, znajdujemy często włoski z oderwaną główką. Takie łatwe odrywanie główki spowodowane jest przez to, że ściana włoska tuż bezpośrednio pod główką posiada miejsce bardziej cienkie. Z drugiej strony skośne osadzenie główki powoduje, że płaszczyzna złamania jest ustawiona ukośnie i przez to powstaje na włosku ostry koniec. Otwarty koniec włoska parzącego przypomina zakończenie sprzeczki Pravatza. Przy nieostrożnym dotknięciu się włoska koniec ten właśnie przebija skórę, przyczem trujący sok komórkowy wpływa do rany, wywołując nieznaczne zapalenie.—Na tym samym kawałku skórki obok włosków parzących możemy zauważyć także małe jednokomórkowe szczecinki (por. rys. 40 z prawej strony); wyróżniają się one mocnym zgrubieniem ściany i cienkim zakończeniem. Takież same szczecinki znajdujemy na brzegu liścia, co łatwo można stwierdzić na kawałku liścia, leżącym w wodzie pod szkiełkiem przykrywkowym. Na starszych liściach szczecinka bywa tak zgrubiała, że światło komórki prawie zupełnie znika i jej powierzchnię pokrywają małe wyrostki.

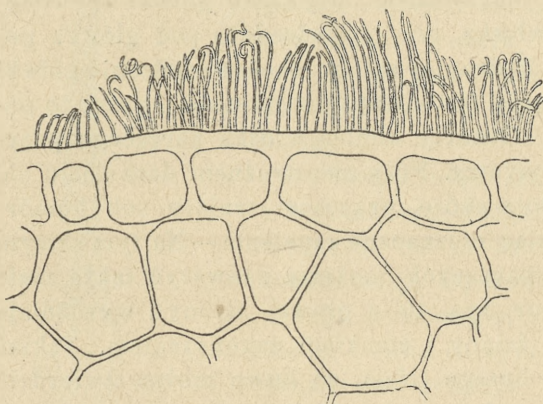
Na powierzchni ciała roślinnego bardzo często spotykamy włoski wydzielnicze; zapoznamy się z niemi dokładnie u *Primula sinensis*. W tym celu przygotujmy poprzeczne skrawki z ogonka liściowego. Ciało włoska od nóżki odgranicza się przegrodą położoną ponad skórką. Włosek tworzy nitka komórkowa, składająca się zazwyczaj z 2 dłuższych i szerszych komórek i przeważnie tylko z jednej węższej i zarazem krótszej komórki. Ta ostatnia posiada na wierzchołku kulistą główkę. Na główce spoczywa mniej lub więcej gruba warstwa mocno błyszczącej żywicowatej żółtawej substancji. Wydzielina zbiera się między naskórkiem i pozostałą błoną komórkową. Naskórek zostaje uniesiony do góry, rozciągnięty i wkońcu rozerwany, przyczem wydzielina rozlewa się po górnej części włoska. Po dodaniu alkoholu wydzielina znika, poczem bardzo wyraźnie można zobaczyć odklejony pofałdowany naskórek. — Komórki włoska przedstawiają piękną siatkę protoplazmy z zawieszonym jądrem, zawierającym duże jąderko. W protoplazmie ściennej znajdują się małe ziarna chlorofilowe. Przy badaniu tych włosków należy zachować



wać pewną ostrożność, ponieważ wydzielina ich jest trująca i może spowodować zapalenie oczu i skóry<sup>1)</sup>. Zresztą indywidualna wrażliwość na tę truciznę jest bardzo rozmaita.

Zamiast *Primula sinensis* możemy zbadać *Pelargonium zonale* albo inny gatunek *Pelargonium*. Włoski gruczołowe u *Pelargonium* są zbudowane podobnie, jak u *Primula sinensis* i łatwo dają się badać na poprzecznych przekrojach przez niezbyt stare ogonki liściowe. Poza tem takie ogonki liściowe posiadają jeszcze tępe, względnie krótkie i grube włoski, obok nich zastrzone, długie i wąskie, jak również wszystkie przejścia między wymienionymi krańcami. Włoski te są jednokomórkowe, albo też podzielone delikatnymi przegrodami raz, rzadziej kilka razy.

Przy badaniu kosańca włoskiego (*Iris florentina*) zwracaliśmy już



Rys. 41. Przekrój poprzeczny przez węzeł łodygi *Saccharum officinarum* z nalotem woskowym w postaci pałeczek. Pow. 540 razy.

uwagę na drobnoziarnistą powłokę woskową pokrywającą zewnętrzną powierzchnię skórki; zbadajmy pod tym względem jeszcze kilka innych roślin.

Bardzo odpowiednią do tego celu jest *Echeveria globosa*, tak często teraz używana w ogrodach na „grzędy kobiercowe”. Powłoka woskowa nadaje roślinie wygląd „modry” i daje się z liścia ścierać. Na powierzchni skórki widzimy pod mikroskopem ziarna spojone w siatkowatą skorupę.

U *Eucalyptus globulus* skupione krótkie pręciki tworzą na powierzchni skórki powłokę woskową, łatwą do zbadania.

Podobne delikatne pałeczki możemy zauważyć na cienkich przekrojach na powierzchni wyrosniętych części źdźbła u żyta (*Secale cereale*).

Najpiękniejszym przedmiotem do tych badań jest trzcina cukrowa (*Saccharum officinarum*), hodowana teraz często w cieplarniach. Powłoka woskowa występuje tutaj w postaci długich pałeczek, których końce są zwykle kędzierzawo skręcone. Przygotujmy powierzchniowe skrawki z węzłów łodygi, odznaczających się modrym kolorem. Ponieważ pomiędzy pałeczkami znajduje się dużo przylegającego powietrza, przeto skrawek na krótki czas zanurzamy w zimnym alkoholu; poczem łatwo go zbadać.

<sup>1)</sup> A. Nestler: Hautreizende Primeln. Berlin, 1904.



Zato trudno otrzymać dobry skrawek poprzeczny z nienaruszonymi pałeczkami. Rys. 41 przedstawia taki skrawek. Pałeczki gęsto obok siebie skupione są skręcone w wyżej wzmiankowany sposób. Jeżeli skrawek powierzchniowy zbliżymy do płomienia, spostrzeżemy potem pod mikroskopem stopione pałeczki. Znikają one w gorącym alkoholu.

## ROZDZIAŁ VIII.

Zamknięte jednostronne wiązki przeprowadzające. Preparaty trwałe. Wzrost na grubość u jednoliściennych.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: kawałki łądygi z *Zea Mays* i to materiał alkoholowy, albo zamiast tego kawałki łądygi z *Avena sativa* albo z innej trawy.—Kawałek pnia z *Dra-caena* (*Cordyline*) rubra, świeży lub materiał alkoholowy.

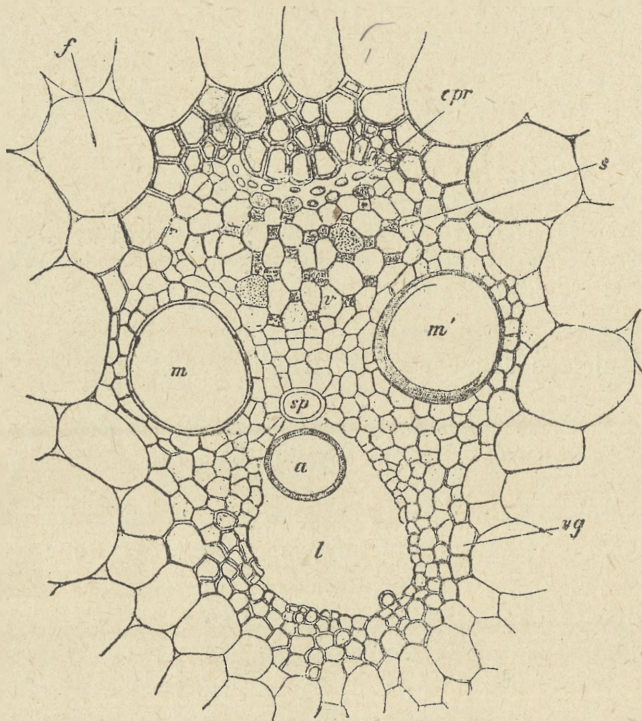
### Najważniejsze odczynniki. Barwniki:

Roztwór chlorku cynku z jodem.—Soda koralinowa.—Safranina, względnie inne barwniki.—Gliceryna żelatynowa, balsam kanadyjski i Gold-Size.

Bardzo dobrym przedmiotem do badania jednostronnych zamkniętych wiązek przeprowadzających u jednoliściennych jest łądyga z kukurydzy (*Zea Mays*). Najlepiej użyć do tego materiału, który dłuższy czas leżał w alkoholu, albowiem wtedy można się łatwiej zapoznać z zawartością komórek. Ponieważ węzły dostarczają mniej dogodnych warunków do zorientowania się, więc przekrój poprzeczny wykonywamy przez międzywęźle. Ułatwimy sobie bardzo zrozumienie obrazu, umieszczając skrawek bezpośrednio w kropli chlorku cynku jodowego. Zabarwienie skrawka występuje bardzo prędko i pojedyncze wiązki rysują się wyraźnie, tak że można je rozróżnić gołym okiem. Położywszy szkiełko przedmiotowe na kawałku białego papieru, możemy się w bardzo prosty sposób zorientować w „rozrzuconem” ułożeniu wiązek przeprowadzających, właściwym roślinom jednoliściennym. Przekonywamy się, że wiązki są bardziej skupione na obwodzie łądygi. Każde przecięcie poprzeczne wiązki przedstawia się jako owalna plama; tkanka, w której wiązki są pogrążone, jest tkanką zasadniczą. Z powodu rozrzuconego ułożenia wiązek tkanka zasadnicza nie jest wyróżniona na korę i rdzeń; jednakże całą wewnętrzną część tkanki zasadniczej, zawierającą wiązki naczyniowe, odróżniamy jako walec osiowy od otaczającej kory pierwotnej. Wybierzmy jedno miejsce skrawka dla bliższego zbadania pod mikroskopem przy słabym powiększeniu. Zwróćmy uwagę na wiązkę leżącą niezbyt blisko obwodu,



albowiem budowa wielu wiązek znajdujących się w bliskości obwodu jest zbyt uproszczona. W każdym razie musimy się dokładnie zorientować, co do tego w jakim kierunku leży powierzchnia łądygi, abyśmy mogli rozpoznać, jaka strona wiązki naczyniowo-sitkowej jest zewnętrzna, a która wewnętrzna. Wiązka naczyniowo-sitkowa, którąśmy wybrali do badania, wygląda mniej więcej tak, jak na rys. 42. Przedewszystkiem rzuca się nam w oczy pochwa, otaczająca wiązkę przeprowadzającą i zabarwiona chlorkiem cynku z jodem na czerwono-brunatno (*vg*). Składa się ona ze



Rys. 42. Przekrój poprzeczny przez wiązkę przeprowadzającą w wewnętrznej części międzywęzła łądygi *Zea Mays*. *a*—pierścień z naczyń pierścieniowego, *sp*—naczynie wężownicowate, *m* i *m'* — naczyń z jamkami obwódkowanymi, *v*—rurki sitkowe, *s*—komórki towarzyszące, *cpr*—zgniecione pierwociny łyka, *l*—przestwór międzykomórkowy, *vg* — pochwa, *f*—tkanka zasadnicza. Pow. 180 razy.

zgrubiałych i zdrzewniałych włókien sklerenchematycznych i dlatego zabarwiła się w sposób powyżej opisany. Pochwa ta jest silnie rozwinięta na wewnętrznej i zewnętrznej krawędzi wiązki, słabiej na jej bokach. Badając wiązkę od wewnątrz ku zewnątrz, widzimy dalej przestwór międzykomórkowy (*l*), otoczony wąskimi komórkami, niezbyt zgrubiałymi, lecz mimo to barwiącymi się na żółto chlorkiem cynku z jodem. W tym przestworze międzykomórkowym widać pierścień (*a*) należący do naczyń pierścieniowego, które zostało rozerwane podczas wydłużania się łądygi. Również i przestwór międzykomórkowy powstał przez rozerwanie się komórek. Tęgo rodzaju powstawanie nazywamy lisigenicznym, tam zaś, gdzie przestwór międzykomórkowy powstaje wskutek rozstąpienia się elementów tkanki, pochodzenie jego nazywamy schizogenicznym. Naczynia, rozerwane skutkiem rozciągania, jak również niektóre inne, których warstwy zgrubienia mogą występować w przestwór międzykomórkowy, należą w tej części wiązki naczyniowo-sitkowej do elementów najwcześniej

zgrubiałych i zdrzewniałych włókien sklerenchematycznych i dlatego zabarwiła się w sposób powyżej opisany. Pochwa ta jest silnie rozwinięta na wewnętrznej i zewnętrznej krawędzi wiązki, słabiej na jej bokach. Badając wiązkę od wewnątrz ku zewnątrz, widzimy dalej przestwór międzykomórkowy (*l*), otoczony wąskimi komórkami, niezbyt zgrubiałymi, lecz mimo to barwiącymi się na żółto chlorkiem cynku z jodem. W tym przestworze międzykomórkowym widać pierścień (*a*) należący do naczyń pierścieniowego, które zostało rozerwane podczas wydłużania się łądygi. Również i przestwór międzykomórkowy powstał przez rozerwanie się komórek. Tęgo rodzaju powstawanie nazywamy lisigenicznym, tam zaś, gdzie przestwór międzykomórkowy powstaje wskutek rozstąpienia się elementów tkanki, pochodzenie jego nazywamy schizogenicznym. Naczynia, rozerwane skutkiem rozciągania, jak również niektóre inne, których warstwy zgrubienia mogą występować w przestwór międzykomórkowy, należą w tej części wiązki naczyniowo-sitkowej do elementów najwcześniej



utworzonych; powstały one podczas szybkiego wyrastania łądygi na długość.—Do przestworu międzykomórkowego przylega od zewnątrz jedno, lub kilka innych naczyń. Poznać je można po tem, że ich światło jest szersze od światła sąsiednich komórek. W wypadku przedstawionym na rys. 42 widzimy jedno tylko naczynie (*sp*) i to stosunkowo dosyć wąskie. Te naczynia występujące pojedynczo lub w większej ilości są wężownicowato zgrubiałe, jak się o tem możemy przekonać na skrawkach podłużnych. Dalej zwracają uwagę dwa szerokie naczynia (*m*, *m'*), jedno z prawej, drugie z lewej strony wiązki w połowie jej grubości. Są to naczynia z siatkowatemi lub kropkowanemi rzadko wężownicowatemi zgrubieniami. W świetle tych naczyń często można dostrzec wystający pierścień, albo jego część (*m*). Jest to pozostałość po przegrodzie, która została przedziurawiona na podobieństwo przepony. Właśnie tego rodzaju przedziurawienie przegród jest przyczyną, dla której takie elementy nazywamy naczyniami, w przeciwieństwie do elementów podobnych do naczyń, których przegrody nie są przedziurawione. Tam, gdzie cewki, czyli tracheidy swym wyglądem przypominają naczynia, można je przeciwstawić, co zresztą tutaj uczyniono, jako cewki naczyniowe, cewkom włóknistym podobnym do włókien. Naczynia i cewki nie posiadają żywej treści. Są to tylko martwe rury służące do przeprowadzania wody. — Oba wielkie naczynia w wiązce przeprowadzającej u kukurydzy są bądź ze wszystkich stron otoczone płaskimi komórkami miękiszowemi, albo też z jednej strony bezpośrednio graniczą z elementami pochwy. Z naczyń do komórek pochwy prowadzą albo pojedyncze i małe jamki, albo nie ma ich zupełnie, gdy duże jamki łączą naczynia z komórkami miękiszowemi. Tkanina między obu naczyniami składa się z miękiszu, w którym w większej albo mniejszej ilości rozmieszczone są cewki. Wszystkie powyżej wymienione elementy barwią się chlorkiem cynku z jodem na żółto brunatno.

Dotychczas rozpatrywaną część wiązki naczyniowej oznaczamy jako część naczyniową, albo wazalną; nazywają ją również częścią drzewną albo ksylemą, a także hadromem. Miękisz tej części naczyniowej w odróżnieniu od innego miękiszu nazywamy miękiszem drzewnym. Komórki miękiszu drzewnego otaczające bezpośrednio naczynia i kształtem swym, a także budową ścian zdradzają swój związek z naczyniami, możemy jeszcze w szczególności wyróżnić jako komórki, okrywające naczynia. Mniej lub więcej zniszczone naczynia, któreśmy oglądali w linii środkowej wiązki przeprowadzającej w pobliżu jej wewnętrznej krawędzi, są pierwszymi elementami, jakie się zawiązują w części naczyniowej wiązki przeprowadzającej; podczas wydłużania się części roślin, będących jeszcze w okresie wzrostu, elementy te służą do przeprowadzania wody, określamy je jako pierwociny części naczyniowej. Noszą również one nazwę elementów protoksyłemy.

W kierunku nazewnątrz części naczyniowej za miękiszem drzewnym idą regularnie naprzemian ułożone szerokie rurki sitkowe (*v*) i ich wąskie



komórki towarzyszące (*s*). Rurki sitkowe służą głównie do przeprowadzania ciał organicznych. Ta wiązka tkanki posiada z boków warstwę cienkościennych komórek.—W kierunku ku przodowi idzie za nią poprzeczna warstwa rurek sitkowych, silnie napęczniałych, pozbawionych funkcji i komórek towarzyszących (*cpr*). Te ostatnie pod działaniem chlorku cynku z jodem zabarwiły się na brunatnawo, inne elementy przyjęły fioletowe zabarwienie. W części czynnej komórki towarzyszące poza tem wyróżniają się obfitą treścią protoplazmatyczną, zabarwioną na żółto-brunatno. Tu i owdzie przekrój poprzeczny natrafił na przegrodę rurki sitkowej, która wygląda, jak delikatnie kropkowana płytką sitkowa.

Część wiązki naczyniowej utworzoną z rurek sitkowych i komórek towarzyszących przeciwstawiamy części naczyniowej, jako część łykową; nazywamy ją również phloemą, a także leptomem. Z części wazalnej i krybralnej można wyprowadzić nazwę dla całej wiązki naczyniowej, jako wiązki krybrowazalnej, albo także uwzględniając nazwy hadrom i leptom, nazwać ją mestomem<sup>1)</sup>. Elementy znajdujące się na obwodzie części sitkowej i napęczniałe, co do czasu swego powstania i działalności odpowiadają pierwocinom drewna i wskutek tego muszą się nazywać pierwocinami części sitkowej. Również nazywa się je elementami protophloemy.

Takie wiązki przeprowadzające, jak tutaj opisane, gdzie część naczyniowa przylega z jednej strony do części sitkowej, nazywamy wiązkami przeprowadzającymi jednostronnemi. Ponieważ przy powstawaniu wiązki naczyniowej między częścią naczyniową i częścią sitkową nie pozostaje żadna tkanka zdolną do podziału, to jednocześnie taką wiązkę przeprowadzającą nazywamy zamkniętą.

Warstwa komórek cienkościennych, niezgrubiałych, towarzysząca z boku części sitkowej, należy już do pochwy wiązki przeprowadzającej. Również i pierwociny części łykowej graniczą z elementami pochwy, jednakże zgrubiałemi. Te ostatnie są to włókna sklerenchematyczne, tutaj zwłaszcza szczególnie szerokie. Elementy sklerenchematyczne, z których składa się pochwa wiązki przeprowadzającej, przechodzą kilkoma członami pośrednimi w wielkokomórkową miękiszową tkankę zasadniczą (*f*) walca osiowego. Również i ściany komórek miękiszowych tkanki zasadniczej w dojrzałej łądydze chlorkiem cynku z jodem barwią się na żółto i tylko tu i owdzie posiadają odcień fioletowy.

Zbliźmy się teraz do obwodu łądygi, a zauważymy, że tutaj wiązki przeprowadzające ułożone są w znacznie większem skupieniu, ich przekrój poprzeczny jest mniejszy, znika w nich przestrzeń międzykomórkowa, a miejsce jej zajmuje środkowy szereg naczyń. W najbardziej ze-

---

<sup>1)</sup> Nazwy ksylema i phloema wprowadził C. Nägeli, hadrom, leptom i mestom — G. Haberlandt i S. Schwendener.



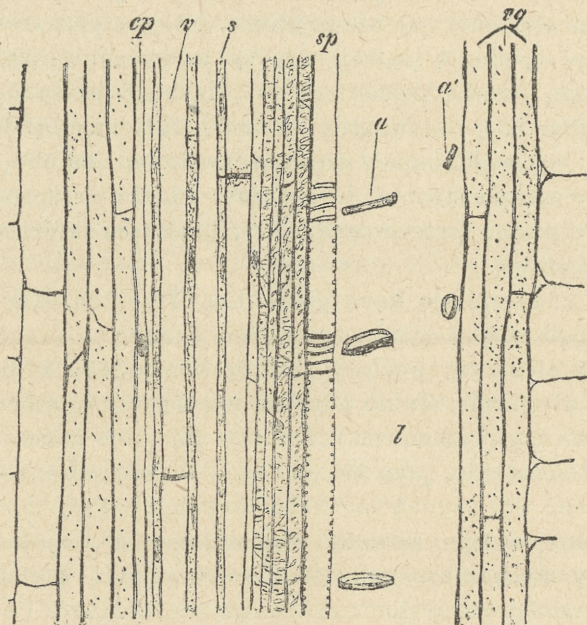
wewnętrznych najmniejszych wiązkach przeprowadzających brak pierwocin tak drzewnych jak i łykowych, co pozostaje w związku z tem, że te wiązki naczyniowe wykształcają się dopiero po ukończeniu wydłużania się międzywęzła. Oba naczynia boczne stają się mniejsze; łączą się one z sobą innemi naczyniami, umieszczonemi między temi dwoma. Część sitkowa ulega bardzo silnej redukcji. Przeciwnie, pochwa wiązki przeprowadzającej rozwinięta jest bardzo silnie, jednakże tylko na stronie wewnętrznej wiązki przeprowadzającej. W miarę powiększania się pochwy wiązki przeprowadzającej odpowiednio do granicy pomiędzy częścią łykową i sitkową w pochwie wyróżniają się z boku coraz wyraźniej t. zw. miejsca przeprowadzające. W tem miejscu pochwa wiązki przeprowadzającej jest słabo rozwinięta, a elementy jej niezgrubiałe. Miejsca przeprowadzające pośredniczą przy wymianie materji między wnętrzem wiązki przeprowadzającej a otaczającą tkanką zasadniczą. W wiązkach przeprowadzających położonych najbardziej nazewnątrz i które uległy najsilniejszej redukcji, część sitkowa jest wgłębiona w część naczyniową; oba miejsca przepuszczające spotkały się na stronie zewnętrznej wiązki przeprowadzającej i tworzą wspólne pasmo przeprowadzające, brak tam sklerenchematycznych elementów pochwy.

Poza walcem osiowym znajduje się kora pierwotna. Tutaj do skórki łodygi przylega mniej lub więcej gruby pierścień tkanki, którego elementy wyglądają tak, jak elementy pochwy i chlorkiem cynku z jodem barwią się w odpowiedni sposób. Takie odrębne warstwy graniczące ze skórką, nazywamy podskórnją (hypoderma). Brakuje jej tylko w miejscach, gdzie leżą szparki. Podskórnją, jako też pochwy wiązek przeprowadzających, stanowią ochronę dla tkanek cienkościennych i nadają moc i trwałość danej części rośliny; z tego powodu obejmujemy je wspólną nazwą pierwiastków systemu mechanicznego, stereidów, a tkanki z nich utworzone nazywamy mechanicznemi systemami tkanek, stereomami. Ponieważ łodyga ma się opierać zgięciu, przeto ze względów mechanicznych stereomy powinny się znajdować jak najbliżej obwodu. Skupione, obwodowe wiązki przeprowadzające, opatrzone po stronie drzewnej i łykowej silnemi pokładami sklerenchymy, przedstawiają tutaj system złożonych „podpór”. Pokłady sklerenchymy są tutaj jakby pasami, a komórki miękkiszowe otoczyniami tych podpór. Podskórnją okrywa sklerenchymy, chociaż w niniejszym przypadku niezbyt rozwinięta, wzmacnia działanie podpór. Ten wydrążony cylinder pod względem mechanicznym należy uważać za połączenie licznych kolisto ustawionych pasów.

Chodzi teraz o przygotowanie podłużnego, promienistego skrawka łodygi. Nie należy się ograniczać na jednym skrawku, wtedy bowiem małe są widoki otrzymania preparatu przedstawiającego wiązkę przeprowadzającą rzeczywiście przez środek przeciętą. Taką wiązkę przez sam środek przeciętą poznajemy po tem, że posiada ona przestwór międzykomórkowy i część łykową (rys. 43). Jeżeli w wiązce przeprowadzającej



znajdowały się środkowo ułożone naczynia, to i one muszą być na skrawku widoczne. Na skrawku leżącym w chlorku cynku jodowym łatwo możemy stwierdzić fioletowe zabarwienie części łykowej; cienkościenne komórki otaczające przestwór międzykomórkowy także przybierają odcień fioletowy. Reszta pierwiastków, odpowiednio do tego co widzieliśmy na poprzecznym przecięciu, barwi się żółto i żółto-brunatno. Zresztą dla dokładniejszego zbadania lepiej jest wybrać skrawek, zabarwiony uprzednio koraliną z węglanem sody.—Przedewszystkiem musimy się zorientować, która strona wiązki przeprowadzającej zwrócona jest do środka łodygi, a która ku obwodowi. Podobnie jak przy badaniu skrawka poprzecznego



Rys. 43. Przekrój podłużny przez wiązkę przeprowadzającą łodygi *Zea Mays*. *a* i *a'* - pierścienie naczyń, *sp* - naczynia węzownicowate, *v* - rurki siłkowe, *s* - komórki towarzyszące, *cp* - pierwociny łyka, *l* - przewód międzykomórkowy, *vg* - pochwa. Pow. 180 razy.

przy obserwacji posuwamy się od wewnętrznego brzegu wiązki przeprowadzającej do zewnętrznego. Stwierdzimy wówczas, że z szerokimi mniej więcej kwadratowymi komórkami tkanki zasadniczej graniczą węższe komórki tkanki zasadniczej, a z temi wąskie komórki pochwy otaczającej wiązkę przeprowadzającą (*vg*). Te ostatnie elementy zabarwione koraliną wyróżniają się znacznym wydłużeniem, przylegają do siebie nachyleniami przegrodami i są zaopatrzone małymi szparkowatymi, skośnie wznoszącymi się jamkami. Dzięki takiemu jamkowaniu już przedtem



wionemi przegrodami. Do przewodu międzykomórkowego wystają często oddzielne pierścienie pochodzące od takich naczyń, które rozerwały się podczas wydłużania międzywęźła ( $a, a'$ ). Stanowią one resztki pierwocin drewna. Do większych pierścieni przytyka od zewnątrz jedno lub kilka szerszych lub węższych naczyń wężownicowych. W przypadku przedstawionym na rysunku znajduje się tylko jedno i to dość wąskie naczynie ( $sp$ ). Dalej następują komórki miękiszu drzewnego o ścianach opatrzonych jamkami albo siatkowato zgrubiałymi. Pomiedzy nimi również elementy cewek odpowiednio zgrubiałe.—Dochodzimy tym sposobem do części łykowej, która na preparatach koralinowych uwydatnia się zwykle kilkoma grubymi, różowo zabarwionymi ścianami poprzecznymi „sitkami” rurek sitkowych ( $v$ ). Sitka mocno łamią światło, a silniejsze powiększenie wykazuje, że są przebite drobnymi otworkami, podziurawione nakształt sita i z jednej strony, rzadziej z obudwu, przylega do nich mocno błyszcząca nagromadzona w tem miejscu zawartość komórkowa. Na obwodzie części łykowej (przy  $cp$ ), gdzie na poprzecznym przecięciu widzieliśmy napęczniałe ściany komórkowe pierwocin łykowych (protophloem) także uwydatnia się poprzeczna blaszka, zabarwiona pięknie na różowo. Jest to sitko pokryte zasklepką (callus), której budowę później badać będziemy na dogodniejszych przedmiotach. Zasklepki bardzo chętnie pochłaniają koralinę i dlatego tak mocno się barwią. Obok rurek sitkowych rysują się komórki przyrurkowe ( $s$ ) czyli towarzyszące. Są one węższe i krótsze od rurek sitkowych i obok obfitej treści zawierają widoczne jądro. Włókna sklerenchematyczne pochwy o silnie nachylonych przegrodach poprzecznych odgraniczają wiązkę przeprowadzającą od zewnątrz. Wewnętrzne komórki elementów pochwy mają stosunkowo szerokie światło, jak to już było widoczne na przecięciu poprzecznym.—W komórkach wiązki przeprowadzającej nie znajdujemy ziarn mączki, nie ma ich tu i w komórkach tkanki zasadniczej. Wszystkie komórki wiązki przeprowadzającej i tkanki zasadniczej, z wyjątkiem naczyń i cewek, zawierają jądra.

Jasnym jest, że takie środkowe podłużne przecięcie wiązki, jak tylko co opisane, nie może przedstawiać żadnego z obu wielkich naczyń. Przy głębszem nastawieniu wielkie naczynie może się zarysować, lecz nigdy wyraźnie. Dla zbadania przeto przecięcia podłużnego jednego z wielkich naczyń wybierzmy skrawek, w którym wiązka przeprowadzająca została z boku przeciętą. Przekonamy się wtedy, że wielkie naczynie posiada jamki poprzecznie wydłużone, rzadziej siatkowato albo wężownicowato zgrubiałe. W naczyniach, posiadających jamki, miejsca zgrubiałe tworzą siatkę. Jamki rozszerzają się u podstawy, są jednak tylko z jednej strony obwódkiowane, ponieważ komórki miękiszu drzewnego przylegające do odpowiednich jamek nie posiadają obwódki. Komórki te są również słabiej zgrubiałe, niż naczynia. Przepony wielkich naczyń na skrawkach podłużnych rzucają się wyraźnie w oczy. Przedstawiają one



podwójnie złożony pierścień, sięgający zresztą tylko do nieznacznej głębokości w światło naczynia. Pierścienie te powstały przez zgrubienie zewnętrznych krawędzi przegród, których część wewnętrzna niezgrubiała uległa rozpuszczeniu. Z ilości przepon możemy wnioskować o ilości i wielkości komórek, które utworzyły naczynie. W miejscu odpowiadającym osadzeniu przepon naczynie jest słabo przewężone.

Bardzo pouczające są skombinowane zabarwienia preparatów, jakie możemy osiągnąć przez następujące po sobie kolejno działanie rozmaitemi barwnikami, albo też jednoczesnem zabarwieniem mieszaniną barwników. Tego rodzaju podwójne zabarwienie wykonamy na skrawkach poprzecznych z *Zea Mays*. Bardzo piękne podwójne zabarwienia otrzymamy, umieszczając skrawki na krótki czas w wodnym roztworze zieleni metylenowej, a następnie cokolwiek dłużej w karminie ałunowym według Mayera. Natychmiastowe podwójne zabarwienie otrzymujemy z pikro-nigrozyną, albo z pikro błękitem anilinowym. W preparatach zabarwionych karminem ałunowym i zielenią metylową ściany niezdrzewniałe barwią się karminem, zdrzewniałe — zielenią metylową. W podwójnych zabarwieniach z pikryną pikryna określa zabarwienie elementów zdrzewniałych, nigrozyna, albo błękit anilinowy elementów niezdrzewniałych. Utrwalona treść komórkowa przyjmuje zabarwienie karminu, względnie nigrozyny, albo błękitu anilinowego.

Pożądanem byłoby również przygotowanie z *Zea Mays* preparatów trwałych. Ani zabarwienie chlorkiem cynku z jodem, ani koraliną z węglanem sody nie są trwałe. Również wykonane przez nas podwójne zabarwienia błędną zczasem; opiera się temu tylko zabarwienie karminem. Dla tego rodzaju preparatów trwałych bardzo wskazane jest natomiast zabarwienie wodnym roztworem safraniny, barwnik ten bowiem trzyma się znakomicie. A ponieważ safranina poza tem dobrze różnicuje, t. j. barwi najrozmaitsze błony komórkowe w rozmaitych odcieniach, zależnie od stopnia zdrzewnienia tych elementów i ich innych właściwości, to takie preparaty są bardzo pouczające. Bardzo trwałe również są zabarwienia fuksynowe. Kładziemy skrawki na krótki czas do wodnego roztworu fuksyny i następnie przemywamy roztworem kwasu pikrynowego, zawierającego na jedną część stężonego alkoholowego kwasu pikrynowego dwie części wody. Potem preparaty takie należy dobrze przemyć wodą. Wówczas zdrzewniałe ściany komórek są zabarwione na kolor mocno czerwony.

Skrawki zabarwione safraniną albo zielenią metylową z karminem zamykamy w glicerynie żelatynowej. Również bardzo odpowiednią do przechowywania preparatów jest chemicznie czysta gliceryna, trzeba ją jednak zamknąć w specjalny hermetyczny sposób. Zamknięcie to wykonujemy przy pomocy syropowatego roztworu balsamu kanadyjskiego w chloroformie, względnie w benzolu, ksylolu albo terpentynie, albo też przy pomocy Gold-Size. Po nakryciu preparatu szkiełkiem przykrywko-



wem, zapomocą bibuły jak najstaranniej usuwamy z brzegu szkiełka przykrywkowego nadmiar gliceryny, a następnie brzeg ten pociągamy pałeczką szklaną grubości zapalniczki, którą uprzednio zanurzyliśmy w odczynniku zaklejającym. Odczynnik ten rozprowadzamy w bardzo cienkiej warstwie i tak, aby tylko niewiele z niego przechodziło na szkiełko przykrywkowe. Aby preparaty zamknięte w balsamie kanadyjskim później można było badać imersją jednorodną, dobrze zrobimy pokrywając go delikatną warstewką Gold-Size i to wówczas, kiedy balsam kanadyjski wysechł zupełnie. Używamy do tego delikatnego pędzelka. Gold-Size nie ulega działaniu olejka imersyjnego, jak to się dzieje z balsamem kanadyjskim.

Balsam kanadyjski względnie inne odczynniki do przechowania preparatów i ich zaklejania, należy trzymać w buteleczkach, poleconych we wstępie na str. 7, w pierwszym rzędzie dla olejku cedrowego.

Preparaty, w żelatynie glicerynowej, które chcemy zachować dłużej, należy po pewnym czasie, np. po pół roku, jednak niewcześniej, gdyż wtedy często szkiełka przykrywkowe pękają, zakitować w sposób powyżej opisany balsamem kanadyjskim, względnie poza tem Gold Size. Jeżeli tego nie uczynimy, to po kilku latach preparaty ulegają zepsuciu.

Aby zamknąć preparaty tymczasowe, znajdujące się w cieczy parującej, i które musimy zachować do dalszego badania, najlepiej użyć wosku. Przy pomocy knota świecy woskowej na chwilę zapalonej i później zgaszonej, względnie świecy nagrzonej nad płomieniem, najpierw robimy cztery punkty na czterech rogach szkiełka przykrywkowego, aby go przymocować i następnie rozprowadzamy wosk wzdłuż krawędzi tego szkiełka, dopóki zamknięcie nie będzie zupełne. Zamknięcie to w każdej chwili daje się łatwo usunąć. Zamiast świeczki woskowej możemy w tym celu użyć żółtego wosku, do którego dodano cokolwiek terpentyny weneckiej.

Jeżeli nie mamy łądygi z *Zea Mays*, możemy ją zastąpić źdźbłem owsa (*Avena sativa*), albo innej trawy. Stwierdzimy, że we wszystkich przypadkach wiązka przeprowadzająca jest mniej więcej podobnie zbudowana.

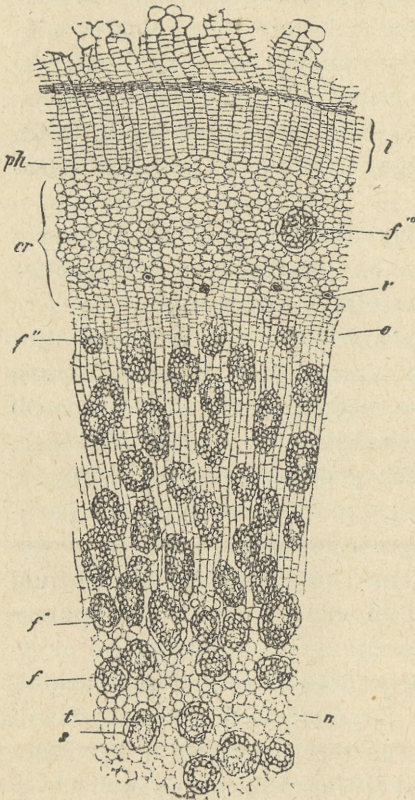
Zamknięte wiązki przeprowadzające nie są zdolne do wzrostu na grubość; tam, gdzie u jednoliściennych pojawia się wzrost na grubość, następuje to bez pośrednictwa wiązek przeprowadzających. Ten wzrost na grubość odbywa się raczej z pomocą warstwy miazgi, znajdującej się poza wiązkami przeprowadzającymi. Wzrost taki występuje u rodzin *Dracaenaceae*, *Yuccaceae*, *Aloineae* i *Dioscoreaceae*.

Jako dogodny przedmiot do badań wybieramy, hodowaną przez każdego ogrodnika, *Cordyline*, która w ogrodach znana jest jako *Dracaena rubra*; roślinę należy poświęcić dla badania. Jeżeli będziemy rozpatrywali poprzecznie przekrojony pień gołym okiem, to zauważymy, postępując do wnętrza od brunatnej warstwy korkowej zieloną korę, miękką, około 1 mm. grubą, do której przylega żółtawa twarda tkanka drewna. — Między obu temi warstwami znajduje się pierścień



miazgi. W żółtawej tkance walca osiowego wyróżnia się poza tem jaśniejszym zabarwieniem kulisto zakreślony środek.

Badamy następnie jeden skrawek (rys. 44) przy słabszym powiększeniu. W środkowych częściach pnia widzimy tkankę zasadniczą utworzoną z okrągławych komórek (*m*), w której są nieregularnie rozrzucone pojedyncze koliste lub eliptyczne wiązki przewodzące (*f'*). Od pewnego oznaczonego miejsca (*f''*) wiązki stają się liczniejsze, wydłużają się w kierunku promienistym i zbliżają ku sobie tak, że pomiędzy nimi pozostają tylko wąskie stosunkowo paski tkanki zasadniczej. Komórki w tych ostatnich są bardziej zgrubiałe, grubo kropkowane, w kierunku promienia mniej lub więcej wydłużone i ułożone w rzędy promieniste, często przedstawiające przebieg wężykowaty. Dalej dochodzimy do granicy pomiędzy żółtawą tkanką wewnętrzną a zieloną korą (*c*). Znajdujemy tutaj pas utworzony z płaskich cienkościennych komórek ściśle promienisto ułożonych. Jest to pierścień miazgi, który powoduje grubienie pnia; u roślin jednoliściennych, obdarzonych wzrostem na grubość pierścień ten wytwarza poza wiązkami przewodzącymi zajmującymi obwód pnia nowe wiązki przewodzące. Pod względem swego pochodzenia pierścień ten należy do najbardziej wewnątrz położonej kory pierwotnej. Komórki miazgi dzielą się i początkowo wytwarzają nowe elementy tylko do wewnątrz. Dopiero później pierścień miazgi zaczyna również wytwarzać komórki nazewnątrz, z których powstaje tkanka zasadnicza miękiszowa, cienkościenna wzmacniająca korę.—



Rys. 44. *Cordyline rubra*. Poprzeczny przekrój pnia. *f* — wiązka przewodząca, *f'* — pierwotna, *f''* — wtórna, *f'''* — wiązka przewodząca idąca z liścia i znajdująca się jeszcze wewnątrz pierwotnej kory, *m* — miękiszowa tkanka zasadnicza, *s* — pochwa wiązki przewodzącej, *t* — cewki, *c* — pierścień miazgi, *cr* — kora, mniej więcej koło *cr* idąc nazewnątrz pierwotna, nawewnątrz wtórna, *ph* — fellogen, *l* — korek, *r* — wiązka rafidów. Pow. 30 r.

Z chwilą kiedy pierścień miazgi zaczyna działać dwustronnie, wyodrębnia się ważna warstwa inicjalna. Podział skutecznie się ścianami stycznymi, przez co powstają promienisto ułożone rzędy komórek, które od czasu do czasu podwajają się stycznie ścianami ustawionymi promienisto. W młodej tkance wytworzonej przez



pierścień miazgi, znajdują się liczne wiązki przewodzące we wszystkich okresach rozwojowych. Najmłodsze składają się z grupy komórek cienkościennych, starsze są już wykształcone na brzegu wewnętrznym, gdy tymczasem cienkościenny brzeg zewnętrzny leży jeszcze w pierścieniu miazgi i dopiero zaczyna się rozwijać. Kora pierwotna leżąca nazewnątrz pierścienia miazgi (*cr*) składa się z okrągławych komórek. Niektóre z nich, szczególnie w wewnętrznych częściach kory, zawierają delikatne igły krystaliczne, skupione i połączone w wiązkę (*r*). Są to tak zwane wiązki igielkowe (*raphidae*) szczawianu wapnia. Widzimy je tutaj z góry. Niektóre komórki, zawierające igły, podczas przygotowywania skrawka zostały otwarte i dlatego widać często delikatne igielki, rozproszone na powierzchni preparatu. Pozostałe komórki kory zawierają ziarna chlorofilu. W korze widzimy także pojedynczo rozrzucone okrągłe przecięcia wiązek przewodzących (*f''*), przechodzących do liści. Nazewnątrz za korą wtórną znajduje się gruba warstwa cienkościennych bezbarwnych komórek (*l*) promienisto ułożonych, powstałych przez podział miazgi korkotwórczej (*ph*); warstwa ta na stronie zewnętrznej przechodzi w mniej regularną, brunatną tkankę. Jest to warstwa korkowa od wewnątrz młoda, bezbarwna, nazewnątrz stara, nieregularnie wydłużona i zbrunatniała.

Warstwę tkanki, utworzoną z miazgi korkowej i jej wytworów, nazywamy peridermą. Taka tkanka występuje zwłaszcza u roślin dwuliściennych jako skutek przyrostu wtórnego i spowodowanego tem rozciągania się zewnętrznych części kory. Tkanka ta może się również pojawić u jednoliściennych, jak w powyższym wypadku.

Powyżej opisane obrazy przekroi poprzecznych są zupełnie wystarczające, aby nas zapoznać ze zjawiskami wzrostu na grubość, dlatego też wstrzymamy się od badania dalszych szczegółów, jak również skrawków podłużnych.

## ROZDZIAŁ IX.

Otwarte, jednostronne wiązki przewodzące. Wzrost na grubość u roślin dwuliściennych.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: rozłogi z *Ranunculus repens*, a także łodyga z *Ranunculus acer*, świeża albo w alkoholu.—Materiał alkoholowy z łodygi *Chelidonium majus*. — Trzy do czterech milimetrów grube gałązki z *Aristolochia Siphon*, umieszczone w czerwcu w alkoholu, albo badane na świeżo.

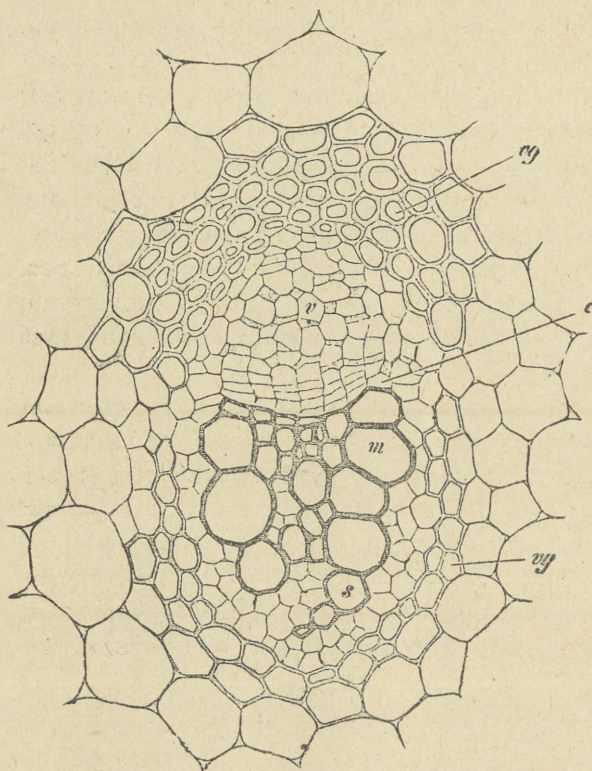
### Płyn, w którym badamy preparaty. Odczynniki:

Gliceryna. — Chlorek cynku z jodem.

Jako pierwszy przedmiot do zbadania otwartych jednostronnych wiązek przewodzących, właściwych roślinom dwuliściennym, wybieramy rozłogi jaskra rozłogowego (*Ranunculus repens*). Na skrawku



poprzecznym stwierdzamy, że wiązki przewodzące w łądździe przebiegają oddzielone od siebie, ułożone jednakże w pierścieni. Tkanka zasadnicza składa się z okrągłych komórek, które ku obwodowi łądźgi stają się mniejsze, zawierają ciała zieleni i pozostawiają między sobą większe przestwory międzykomórkowe. Powierzchnię łądźgi zajmuje skórka. Wskutek rozchodzenia się i rozrywania komórek łądźgi wewnątrz jest wydrążona. Wiązki przewodzące (rys. 45) naogół robią toż samo wrażenie, co wiązki przewodzące roślin jednoliściennych; możemy tu wyróżnić te same



Rys. 45. Przekrój poprzeczny wiązki przewodzącej w rozłogach *Ranunculus repens*. *s*—naczynia wężownicowate, *m*—naczynia z jankami obwódowanymi, *c*—miazga, *v*—rurki sitkowe, *vg*—pochwa. Pow. 250 r.

części w tem samym ułożeniu. Wewnętrzną krawędź wiązki przewodzącej zajmuje cienkościenny miękisz drzewny, w którym przebiegają pojedyncze mniej lub więcej zdezorganizowane pierwociny drewna; następnie idą stopniowo zwiększające się naczynia zgrubiałe wężownicowato (*s*). Dalej nazewnątrz przylegają naczynia o jamkach poprzecznie wydłużonych, następnie naczynia z typowo ukształtowanymi jamkami obwódowanymi (*m*). Względnie wąskie naczynia w linii średnicowej wiązki przewodzącej tworzą połączoną grupę, gdzie brak zupełnie miększu drzewnego. Miazga, następująca po części drzewnej, tworzy poprzeczną warstwę tkanki (*c*), złożoną z licznych warstw komórek, płaskich, niezdrewniałych ułożonych w proste szeregi. Część sitkowa, dająca się łatwo rozpoznać, jest zupełnie podobna do części sitkowej u kukurydzy; podobnie jak tam składa się ona tylko z rurek sitkowych (*v*) i komórek towarzyszących ułożonych względnie prawidłowo i naprzemianlegle. Nieliczne pierwociny łąki zamykają wiązkę przewodzącą od zewnątrz.—Wiazkę przewodzącą otacza pochwa (*vg*), złożona z włókien sklerenchematycznych, rozwiniętych szczególnie silnie dokoła części sitkowej. Pochwa na zewnętrznej krawędzi części sitkowej dotyka przeważnie bez-

części w tem samym ułożeniu. Wewnętrzną krawędź wiązki przewodzącej zajmuje cienkościenny miękisz drzewny, w którym przebiegają pojedyncze mniej lub więcej zdezorganizowane pierwociny drewna; następnie idą stopniowo zwiększające się naczynia zgrubiałe wężownicowato (*s*). Dalej nazewnątrz przylegają naczynia o jamkach poprzecznie wydłużonych, następnie naczynia z typowo ukształtowanymi jamkami obwódowanymi (*m*). Względnie wąskie naczynia w linii średnicowej wiązki przewodzącej tworzą połączoną grupę, gdzie brak zupełnie miększu drzewnego. Miazga, następująca po części drzewnej, tworzy poprzeczną warstwę tkanki (*c*), złożoną z licznych warstw komórek, płaskich, niezdrewniałych ułożonych w proste szeregi. Część sitkowa, dająca się łatwo rozpoznać, jest zupełnie podobna do części sitkowej u kukurydzy; podobnie jak tam składa się ona tylko z rurek sitkowych (*v*) i komórek towarzyszących ułożonych względnie prawidłowo i naprzemianlegle. Nieliczne pierwociny łąki zamykają wiązkę przewodzącą od zewnątrz.—Wiazkę przewodzącą otacza pochwa (*vg*), złożona z włókien sklerenchematycznych, rozwiniętych szczególnie silnie dokoła części sitkowej. Pochwa na zewnętrznej krawędzi części sitkowej dotyka przeważnie bez-



pośrednio do pierwocin łykowych; warstwa komórek niezgrubiałych, należących jednak do pochwy, podobnie jak u *Zea Mays*, oddziela z boku część sitkową od elementów zgrubiałych. Odpowiednio do granicy pomiędzy częścią naczyniową a częścią sitkową, wiązka przeprowadzająca posiada wyraźnie ukształtowane pasma przepuszczające. Składają się one z komórek słabiej zgrubiałych, i tylko słabo zdrzewniałych albo też zupełnie niezdrzewniałych; dlatego komórki te szczególnie wyraźnie występują na preparatach badanych w roztworze chlorku cynku z jodem.— Na promienistych skrawkach podłużnych, przecinających wiązkę przeprowadzającą wzdłuż linii średnicowej, postępując od wewnątrz na zewnątrz zauważymy: wąskie naczynia pierścieniowe i wężownicowate, następnie naczynia opatrzone jamkami, między nimi wydłużony miękisz drzewny, następnie cienkościenne komórki miazgi, rurki sitkowe, komórki towarzyszące i na obu brzegach sklerenchematyczne elementy pochwy. Jeżeli nasz przekrój podłużny umieścimy w roztworze chlorku cynku z jodem, to w rurkach sitkowych zauważymy ziarenka [koloru czerwono-winnego. Są to ziarna mączki, zawierające amylodekstrynę, w jaką szczególnie obfitują rurki sitkowe tej rośliny.

Na skrawkach poprzecznych, umieszczonych w chlorku cynku z jodem, możemy także stwierdzić, że warstwa komórek przylegających do wiązki naczyniowo-sitkowej, a także pojedyncze komórki z następującej potem warstwy tkanki zasadniczej zawierają w dużej ilości ziarna mączki, barwiące się roztworem jodu na ciemny kolor (na rys. 45 opuszczone). Jeżeli mamy pod ręką łądogę jaskra ostrego (*Ranunculus acer*), to na preparatach ze skrawków poprzecznych, również umieszczonych w roztworze jodu, na bokach wiązki przeprowadzającej, podobnej do wiązki u *Ranunculus repens*, znajdziemy, że tylko jedna, albo dwie do trzech komórek z przylegającej tkanki zasadniczej zawierają mączkę. Te ziarna mączki są bardzo ruchliwe i mają działać jako statolity; przy każdej zmianie normalnego położenia równowagi łądogi opadają one na zwróconą w danym wypadku w dół błonę plazmatyczną, przyczem spowodowany nowy niezwykły bodziec wywołuje ruchy geotropiczne, sprowadzające łądogę do położenia równowagi. W korzeniach ziarna mączki, znajdujące się w komórkach czapeczki mają spełniać funkcje statolitów <sup>1)</sup>.

Wiązka naczyniowa u glistownika (*Chelidonium majus*) jest tak podobna do wiązki naczyniowej u *Ranunculus repens*, że przekrój poprzeczny staje się odrazu zrozumiały. Badając materiał alkoholowy, zauważymy jednak w części sitkowej komórki o ciemno-brunatnej zawartości, występujące również na wewnętrznej granicy części drzewnej, a także szczególnie licznie na bokach i zewnętrznym brzegu wiązki sklerenchymy, okrywającej część sitkową, a nawet pojedynczo w tkance zasad-

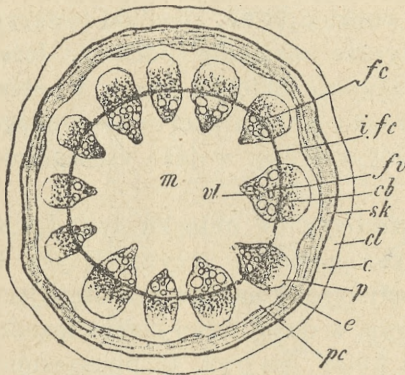
<sup>1)</sup> Por. G. Haberlandt, *Physiol. Pflanzenanatomie*, 5 wydanie 1918, str. 555; patrz również rozdz. XVII niniejszej książki.



nićszej między wiązkami przewodzącymi. Ciemno brunatna treść tych komórek pochodzi z pomarańczowo-czerwonego soku komórkowego *Chelidonium*; sok ten ściał się pod działaniem alkoholu.—Komórki te są to t. zw. rury mleczne; na preparatach występują one tak wyraźnie, że nie można ich przeoczyć. Wszystkie są cienkościenne, nawet włączone w zewnętrzny brzeg wiązki sklerenchematycznej. — Na skrawkach podłużnych natychmiast rozpoznamy rury mleczne po ich żółto-brunatnej zawartości. Wyglądają one jako długie rury, przebiegające mniej więcej równoległe do osi podłużnej łodygi. W rurach tych z łatwością stwierdzimy istnienie przegród poprzecznych. Te przegrody poprzeczne pośrodku są mniej lub więcej wyraźnie podziurawione jednym lub kilku otworkami; przegród

brak tu i owdzie w miejscach, gdzie by należało ich oczekiwać, ponieważ uległy zupełnemu rozpuszczeniu.

Szczególniej dogodnym przedmiotem do badania wzrostu na grubość u roślin dwuliściennych jest kokornak wielkolistny (*Aristolochia Siph*). W materiał do badań z łatwością możemy się zaopatrzyć. Wskazaniem jest ścięcie odpowiednich gałązek w czerwcu, a jeżeli nie mamy ich zaraz badać, to przechowujemy w alkoholu.—Zróbmy naprzód przecięcie poprzeczne z gałązki grubej 3 do 4 mm. mniej więcej w połowie międzywęzła. Oglądając skrawki poprzeczne pod lupą (rys. 46), zauważymy wewnętrzny luźny rdzeń (*m*), wokoło niego pierścień odosobnionych wiązek przewodzących (*fv*), dalej nieprzerwany biały pierścień (*sk*), następnie zieloną tkankę korową (*c*) i na koniec żółtawo-zieloną, obwodową po-

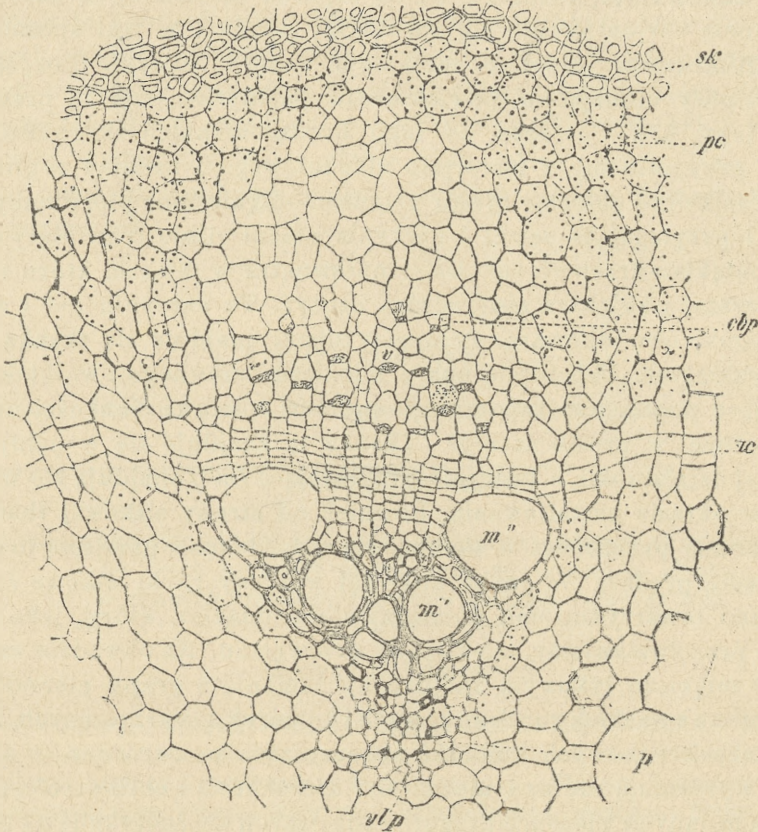


Rys. 46. Przekrój poprzeczny przez gałązkę *Aristolochia Siph*, grubości 5 mm. *m*—rdzeń, *fv*—wiązka przewodząca, *vl*—część naczyniowa, *cb*—część sitkowa, *fc*—miazga wiązkowa, *ifc*—miazga międzywiązkowa, *p*—mięksisz łykowy z zewnętrznej strony części sitkowej pośredniczący w przejściu do tkanki zasadniczej, *pc*—omiażdże (pericykl), *sk*—pierścień twardej, *e*—pochwa mączna, *c*—zielona kora, *cl*—zwarejca (kollenchyma). Pow. 9 razy.

włokę (*cl*). Pod mikroskopem przy słabem powiększeniu zobaczymy, że rdzeń składa się z okrągłych, wielkich komórek w części wypełnionych powietrzem. W wiązce przewodzącej część drzewna ciemniejsza (*vl*) jest poprzerzynana wielkimi otworami naczyń; dalej następuje jasny pas miazgi (*fc*), utworzony z wąskich komórek promienisto ułożonych, a potem wielkokomórkowa część łykowa (*cb*), nie tak jasna i nie przedstawiająca takiego regularnego ułożenia jak pas miazgowy; nazewnątrz części łykowej znajduje się warstwa komórek tkanki zasadniczej jaśniejszych, ubogich w treść. Warstwa ta przy słabszym powiększeniu i na grubszych skrawkach wyróżnia się jaśniejszym zabarwieniem od tkanki



otaczającej i zawierającej ciała zieleni. Biały pierścień przylegający do tej tkanki jest utworzony z mocno zgrubiałych komórek sklerenchymatycznych i klinowato wystaje ku wewnątrz pomiędzy wiązkami naczyniowymi. Do tego pierścienia przytyka od zewnątrz tkanka zawierająca chlorofil; jej warstwa najbardziej wewnętrzna, granicząca z pierścieniem sklerenchymatycznym, odznacza się obfitością mączki i należy do kate-



Rys. 47. Przekrój poprzeczny przez młodą gałązkę *Aristolochia Sipho* z pierwszego roku, gdzie widać wiązkę przeprowadzającą po zacięciu działalności miazgi. *p*—miękkisz drzewny na wewnętrznym brzegu części naczyniowej, *wlp*—pierwociny drewna, *m'* i *m''*—naczynia z jamkami obwódkowanemi, *ic*—miazga międzywiązkowa, do której przylega miazga wiązkowa, t. j. miazga wewnątrz wiązki przeprowadzającej, *v*—rurki sitkowe, *cbp*—pierwociny łyka, *pc*—tkanka omiażdża, *sk*—wewnętrzna część pierścienia z włókien twardzieli. Pow. 130 razy.

gorji, tak zwanych, pochew mączkowych. Tego rodzaju pochwy mączkowe odpowiadają śródskórni w korzeniu i oznaczają wewnętrzną granicę kory pierwotnej, a więc pierścień sklerenchymy znajduje się już w walcu osiowym pnia, a mianowicie w jego warstwie obwodowej w omiażdżu (*pc*), do którego należy zaliczyć jeszcze tkankę miękkiszową aż do



zewnątrznej krawędzi wiązek przewodzących. Do wewnętrznej, zawierającej chlorofil tkanki kory pierwotnej przylegają komórki o wąskim świetle z białymi, w kątach silniej zgrubiałymi ścianami; z tego powodu tkankę tę nazywamy zwarcicą czyli kollenchymą. Do pierścienia kollenchymy przylega skórka. Pierścień kollenchymy przerzynają pasma tkanki szczególnie obfitującej w chlorofil i sięgającej od wewnętrznej tkanki korowej, zawierającej chlorofil, aż do szparek oddechowych skórki.—Po tem ogólnem zorientowaniu się spróbujmy zbadać, w jaki sposób u roślin dwuliściennych powstaje zamknięta warstwa miazgi. Rozpatrzmy najpierw przy silniejszym powiększeniu pojedynczą wiązkę przewodzącą (rys. 47). Potrzeba do tego bardzo cienkich skrawków, które najlepiej przygotujemy z materiału alkoholowego i badamy w glicerynie albo w roztworze chlorku cynku z jodem.—Zgniecione pierwociny drewna (*vlp*) i przylegające cewki i naczynia otacza silnie rozwinięty cienkościenny miękisz drzewny (*p*). Dalej nazewnątrz w wiązce, która staje się coraz szersza, powiększa się średnica naczyń. Te naczynia (*m'* i *m''*) posiadają jamki obwódkiwane. Pomiędzy niemi znajduje się tkanka o ścianach zgrubiałych. Składa się ona z miękiszu drzewnego i wąskich cewek. Następująca potem warstwa miazgi posiada komórki cienkościenne, płaskie, ułożone w proste szeregi. Tkanka ta znajduje się w pełnym rozwoju swej działalności, a naczynia przylegające (*m''*) znajdują się wyraźnie jeszcze w okresie kształtowania. Również od strony sitkowej tkanka nieukształtowana przechodzi w tkankę dojrzałą, jednak przejście to odbywa się znacznie prędzej. W części sitkowej widzimy rurki sitkowe (*v*) z ich komórkami towarzyszącymi, pomiędzy niemi miękisz, który, jako miękisz łykowy, przeciwstawiamy miękiszowi drzewnemu. Na obwodzie części łykowej w miękiszu łykowym znajdziemy zamknięte grupy pierwocin łyka (*cbp*), złożone z wąskich rurek sitkowych i komórek towarzyszących. W czynnych rurkach sitkowych komórki towarzyszące są zwrócone w kierunku miazgi, wyróżniają się swą nieznaczną szerokością i obfitą treścią. W dotychczas badanych wiązkach przewodzących nie spotykaliśmy miękiszu łykowego. Brak tej tkanki w części sitkowej roślin jednoliściennych, jednakże występuje ona naogół u roślin dwuliściennych tak, że poprzednio badane rośliny jaskrowate bez miękiszu łykowego pod tym względem stanowią wyjątek.—Jeżeli skrawek poprzeczny zrobiliśmy z gałązki znajdującej się w odpowiednim okresie rozwoju, to między miazgą poszczególnych wiązek przewodzących możemy zauważyć zaczątek miazgi międzywiązkowej (*ic*). W komórkach oddzielających z boku wiązki przewodzącej i przez to należących do pierwotnych albo dużych promieni rdzeniowych zauważymy występowanie przegród stycznych; w ten sposób powstaje pas miazgi, uzupełniający do zamkniętego koła oddzielone przedtem miazgi wiązek przewodzących. Pierścień miazgi utworzony jest więc z miazgi wiązkowej i międzywiązkowej; przy pomocy tej miazgi rośliny dwuliścienne, a także nagonasienne naogół rosną na gru-



bość. Wtórna tkanka wytworzona nawewnątrz działalnością tego pierścienia miazgi nazywa się krótko drewnem, a tkanka wytworzona nazewnątrz łykiem. Nie można jednak przeprowadzić wyraźnej granicy między wtórnymi i pierwotnymi tkankami.

Na tych spostrzeżeniach zakończymy nasze badanie nad kokornakiem; dalszy przyrost, jak również wytworzone przez niego pierwiastki poznamy bliżej na innych roślinach.

Musi to zwrócić naszą uwagę, że u kokornaku brak dookoła pojedynczych wiązek okrywy zwanej pochwą wiązek przeprowadzających. Rolę pochwy tutaj przyjmuje pierścień sklerenchymy, który oglądaliśmy już przedtem przy słabszym powiększeniu (*sk*) (rys. 46) i który jako zamknięty wydrążony walec otacza cały walec osiowy. Ten walec wydrążony przy następującym potem powiększaniu się wewnętrznej tkanki ulega rozerwaniu.

## ROZDZIAŁ X.

Budowa pnia u roślin iglastych. Reakcje na drzewnik.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: kawałki grubego pnia sosny, w czerwcu włożone do alkoholu i na kilka dni przed badaniem przeniesione do mieszaniny alkoholu i gliceryny w równych częściach. Poza tem kawałek świeżego pnia.

### Odczynniki i barwniki:

Gliceryna.—Gliceryna z jodem.—Roztwór chlorku cynku z jodem.—Roztwór jodu w roztworze potasu.—Wysuszone korzenie alkanna.—Alkohol.—Woda Javella.—Floroglucyna.—Siarczan aniliny.—Stężony i rozcieńczony kwas siarczany. Stężony i rozcieńczony kwas solny.—Nadmanganian potasu.—Amonjak.—Hematoksyлина alunowa.—Błękit anilinowy.

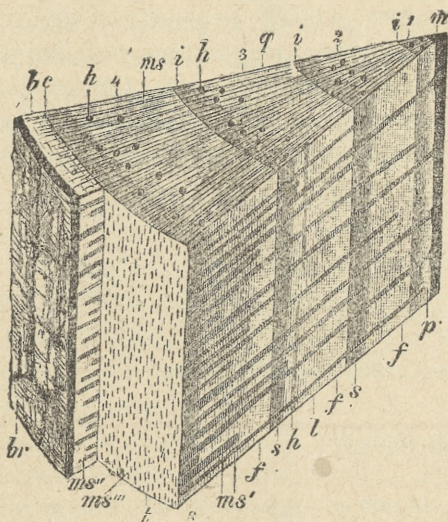
Zbadamy teraz sosnę (*Pinus silvestris*) i zapoznamy się bliżej z budową pnia. Charakterystyczną cechą roślin iglastych jest to, że cały wtórny przyrost drewna składa się tylko z jednego rodzaju elementów, mianowicie z cewek i to z cewek typowych. U niektórych z tych roślin, jak np. u sosny między cewkami znajdują się wiązki miększu drzewnego. Rośliny iglaste nie posiadają naczyń, a cewek naczyniowych należy szukać w t. zw. koronie rdzeniowej, t. j. w pierwotnych częściach drzewnych wiązek przeprowadzającej.

Najpierw przy pomocy lupy zorientujemy się na świeżym kawałku pnia, grubości kilku centymetrów, co do kierunku skrawków, jakie należy porobić, jak również co do rozmieszczenia tkanek i pojedynczych elementów, które chcemy zbadać (rys. 48). W ten sposób wyraźnie do-



strzeżemy różnicę pomiędzy drewnem i łykiem, pierścienie roczne, przewody żywiczne, promienie rdzeniowe (porównaj objaśnienie do rys. 48).

W badaniach, które następnie przeprowadzimy pod silniejszym powiększeniem również uwzględnimy treść komórek, przedewszystkiem komórek miazgi; z tego względu wskazanem jest użycie materiału alkoholowego, w świeżem bowiem drewnie sosny podczas krajania miazga ulega rozdarciu, a suche kawałki pnia dają gorsze obrazy. Materiał alko-



Rys. 48. Kawałek czteroletniego pnia sosny ucięty w ziemi. *q*—obraz przekroju poprzecznego, *l*—promienisto podłużnego przekroju, *t*—ze stycznego podłużnego przekroju, *f*—drewno wiosenne, *s*—drewno jesienne, *m*—rdzeń, *p*—pierwotne części drzewne, 1, 2, 3, 4—cztery kolejno po sobie następujące pierścienie roczne drewna i granice lat, *ms*—promienie rdzeniowe na obrazie z przekroju poprzecznego drewna, *ms'*—na obrazie z przekroju podłużnego drewna, *ms''*—wewnątrz łyka, *ms'''*—na obrazie z przekroju podłużnego stycznego, *c*—pierścień miazgi, *b*—łyko, *h*—przewody żywiczne, *br*—martwica znajdująca się poza pierwszą warstwą peridermy odpowiadająca pierwotnej korze. Pow. 6 razy.

rdzeniowe prostopadle. Skrawki poprzeczne muszą zawierać drewno, miazgę i łyko, również i skrawki promieniste, podłużne. Co się tyczy skrawków podłużnych stycznych, to przygotowujemy co najmniej 2, jeden z drewna, drugi z łyka.

Dobre skrawki przez drewno, zwłaszcza dobre skrawki poprzeczne można otrzymać tylko przy pomocy bardzo ostrego noża. Tępy nóż wy-

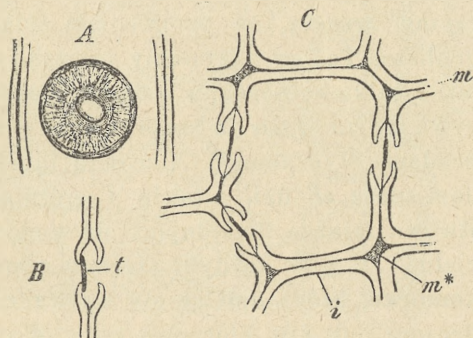
holowy kładziemy uprzednio mniej więcej na 24 godz. do mieszaniny równych części alkoholu i gliceryny, poczem daje się on szczególnie łatwo krajać. Materiał alkoholowy posiada\* jeszcze i tę dogodną stronę, że treść komórkowa jest w nim utrwalona.—Do badania wybieramy kawałki z obwodu grubego pnia, ponieważ cewki w później wytworzonych pierścieniach są szersze. Kawałek pnia najlepiej jest wrzucić do alkoholu w czerwcu albo lipcu, t. j. w tym czasie, kiedy miazga znajduje się w pełnym rozwoju swej czynności.—Użyjemy właśnie do badania tego rodzaju kawałek pnia.—Skrawki badamy w glicerynie; chcąc na nie działać odczynnikami, uprzednio przemywamy je wodą.

Skrawki wykonane z kawałka pnia muszą być dokładnie przeprowadzone w kierunku wskazanym na rys. 48. Potrzebny jest nam skrawek poprzeczny, poprowadzony prostopadle do osi podłużnej, promienisty skrawek podłużny, biegnący w kierunku promieni rdzeniowych i podłużny skrawek styczny, trafiający promienie



rywa wewnętrzne warstwy zgrubienia z cewek, przez co przedmiot staje się niezdatny do użytku. Już bardzo małe skrawki wystarczą do badania; muszą być jednak bardzo cienkie. Aby nie poszczerbić noża, przy krajaneniu należy zachować wszystkie wyżej wymienione ostrożności (str. 26). Jeżeli posiłkujemy się brzytwą dwuwklęsłą, to w rzeczywistości dobrze zorientowane skrawki otrzymujemy tylko z krawędzi kawałków pnia; z tego względu do krajanienia drewna należy używać płasko szlifowanych brzytw albo płasko wklęsłych. Przedtem jednak przy pomocy ostrego skalpela na kawałku pnia przygotowujemy sobie gładką płaszczyznę krajanienia.

Na skrawku poprzecznym, w którym się znajduje drewno, miazga i łyko, rzucają się nam przedewszystkiem w oczy cewki, ułożone w szeregach promienistych. Od czasu do czasu szereg taki podwaja się od wewnątrz nazewnątrz; widzimy również, że niektóre szeregi nie dochodzą do miazgi, inne znowuż wciśkają się między już istniejące szeregi.—Te ostatnie są początkowo wąskie i dopiero powoli osiągają szerokość pozostałych szeregów. Cewki w narysie są przeważnie czworokątne, jednakże niektóre również pięcio- albo sześciokątne. W każdym pierścieniu rocznym cewki wytworzone najpierw wyróżniają się swoim szerokim światłem, gdy później wytworzone są węższe i posiadają grubsze ściany. Do tych grubościennych wąskich elementów bez żadnych przejść przylegają cewki mniej zgrubiałe o szerokim świetle, wytworzone następnej wiosny, przez co zostają zaznaczone granice roczne ostrzegalne gołym okiem (rys. 50). Odróżniamy więc drewno wiosenne o szerokim świetle i drewno jesienne o wąskim świetle. Na ścianach promienistych cewek znajdują się jamki obwódkowe, które na skrawkach bardzo cienkich przedstawiają się w postaci dwu do siebie zwróconych ostrołuków maurytańskich, jak to pokazuje rys. 49 C. Jamka obwódkowana posiada błonkę zamykającą pośrodku nabrzmiałą w t. zw. krążek „torus”. Na ścianach stycznych cewek drewna jesiennego z sosny tylko wyjątkowo spotykamy pojedyncze jamki obwódkowe. Na cewkach późniejszych jamki obwódkowe są znacznie mniejsze. Między promienistymi szeregami cewek bieżą wąskie jednowarstwowe, a częściowo wielowarstwowe promienie rdzeniowe. Wygląd promieni rdzeniowych jest rozmaity, zależnie od tego, czy skrawek trafił w szeregi zawierające treść pro-



Rys. 49. *Pinus silvestris*. A—jamka obwódkowa oglądana z góry, B—jamka obwódkowana na podłużnym przekroju stycznym, t—krążek torus, C—przekrój poprzeczny przez cewkę; m—blaszka środkowa, m\*—klin, i—błonna graniczna. Pow. 540 razy.



plazmatyczną a także mączkę, czy też w szeregi, pozbawione treści i służące do przeprowadzania wody. Szeregi, wypełnione protoplazmatyczną zawartością posiadają krótsze, słabiej zgrubiałe komórki, połączone z przylegającymi cewkami dużymi jamkami, obwódtkowanymi tylko w cewkach; są to więc jednostronnie obwódtkowane jamki; błony zamykające tych jamek zajmują całą szerokość cewki, nie posiadają krążka i są uwypuklone w kierunku cewki. Komórki szeregów przeprowadzających wodę są dłuższe, silniej zgrubiałe i łączą się między sobą a także z cewkami małymi, dwustronnie obwódtkowanymi prawdziwymi jamkami. Jeżeli skrawek poprzeczny natrafił na wielowarstwowy promień rdzeniowy w połowie wysokości, to wewnątrz tego szeregu zobaczymy przewód biegnący poziomo, będący przewodem żywicznym i w świeżym drewnie wypełniony żywicą. W bezpośredniej bliskości miazgi spotykamy cewki w stanie niewykształconym. Tutaj ściany komórek w kierunku do miazgi tracą nagle na grubości. Na skrawkach poprzecznych ze starszych pni zobaczymy zresztą, że promieniste ściany w strefie miazgi stają się znowu grubsze. To, co nazywamy miazgą, jest warstwą tkanki przeważnie grubości kilku komórek, a w niektórych wypadkach jednej komórki, gdzie odbywa się od czasu do czasu szybki podział komórek przeważnie tylko przegrodami stycznymi<sup>1)</sup>. U roślin iglastych, a więc i w wypadku, o który nam teraz chodzi, a także i ogólnie u roślin dwuliściennych, wielowarstwowa miazga, znajdująca się w okresie czynnym, posiada „warstwę inicjalną”, t. j. w każdym szeregu promienistym miazgi znajduje się jedna komórka, która dzieląc się wytwarza komórki pochodne tak w kierunku drewna, jak i w kierunku łyka. Wytworzone w ten sposób komórki pochodne w dalszym ciągu dzielą się bardzo intensywnie, jednakże ich zdolność do podziału zmniejsza się w miarę zwiększania się odległości od warstwy inicjalnej. Szeregi cewek poprzez miazgę przechodzą w szeregi elementów łyka, które również początkowo zachowują ściśle promieniste ułożenie. Na stronie łyka ściany komórkowe grubieją bardzo prędko i nabierają tam wyglądu biało-matowego. Na ścianach promienistych elementów łyka o szerszym świetle odpowiednio do tych miejsc, gdzie w drewnie znajdują się jamki obwódtkowane, powstają jamki sitkowe; na bardzo delikatnych skrawkach możemy rozpoznać delikatne otworki przechodzące przez te jamki. Przy rurkach sitkowych u roślin nagonasiennych niema komórek towarzyszących. Przeważnie jednowarstwowe pasy męszki łykowego ułożone są naprzemianlegle z grubszymi warstwami rurek sitkowych. Są one głównie utworzone przez komórki zawierające mączkę, które w starszym łyku znacznie nabrzmiewają i wtedy występują znacznie wyraźniej. Między komórkami zawierającymi mączkę możemy zauważyć komórki wypełnione kryształami, rzucające się w oczy dość prędko swą brunatną zawartością. Tylko względnie wąska strefa łyka utworzona

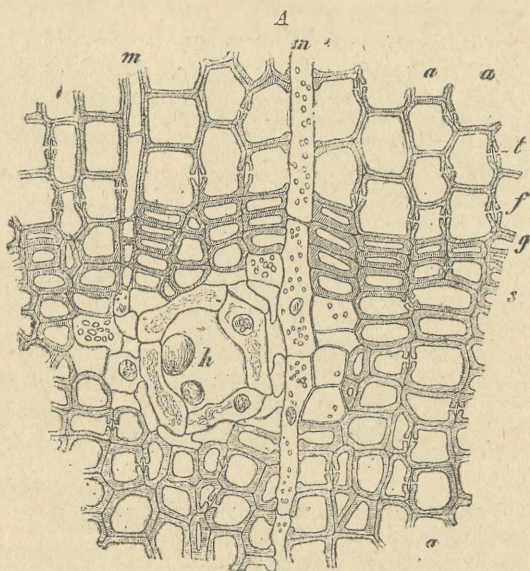
<sup>1)</sup> J. C. Schoute: Verh. k. Akad. d. Wetensch. Amsterdam, IX, 4, 1902.



jest z pierwiastków zachowujących początkowe ułożenie i w dodatku posiadających prężność. Poza tą strefą promieniste szeregi komórek wykrzywają się; ściany komórek brunatnieją; światło komórek ulega mniejszemu lub większemu ściśnieniu (rys. 51 *cw*). Tylko komórki łyka zawierające mączkę i promienie rdzeniowe nabrzmiewają znacznie, zaokrąglają się i wyglądają wówczas jako elementy mniej lub więcej kuliste, mocno wypełnione skrobią. Wkońcu rurki sitkowe i komórki zawierające kryształy są całkowicie zgniecione, stycznie rozciągnięte i rozdzielają jako uwarstwione błony kolejno po sobie następujące strefy wielkich komórek zawierających mączkę. Wyłącznie z tych ostatnich zdają się być zbudowane najbardziej zewnętrzne części łyka. Nazewnątrz dochodzimy do wąskich listków korkowych, a po niej oddzieloną na obwodzie martwicę przez korek ciemnobrunatną obumarłą tkanką.

Nie uwzględniliśmy do tej pory wiązek mięksizu drzewnego, które możemy dostrzec na każdym przekroju poprzecznym i które zawsze zawierają przewod żywiczny (rys. 50). Przekrój poprzeczny przez drewno trafia przewody żywiczne w poprzek. Każdy z tych przewodów jest przestworem międzykomórkowym (*h*) otoczony warstwą dużych cienkościennych komórek (komórki wyścielające). Ściany tych komórek są zbrunatniałe. Zawierają one duże jądro i warstwę ścienną protoplazmy. Do tych komórek przylegają komórki mięksizu drzewnego, przeważnie zawierające mączkę, względnie także promień rdzeniowy. Jak uczy historia rozwoju, przewody żywiczne powstają przez odklejanie się komórek, które początkowo stykały się z sobą. Te pionowe przewody żywiczne z drewna zostają połączone poziomymi przebiegającymi wewnątrz wielowarstwowych promieni rdzeniowych.

Przewody żywiczne na preparatach alkoholowych tracą zawartość żywicy. Przekrój poprzeczny przez świeże drewno sosny (rys. 50) wykazuje obecność żywicy w przewodach żywicznych. Żywica występuje

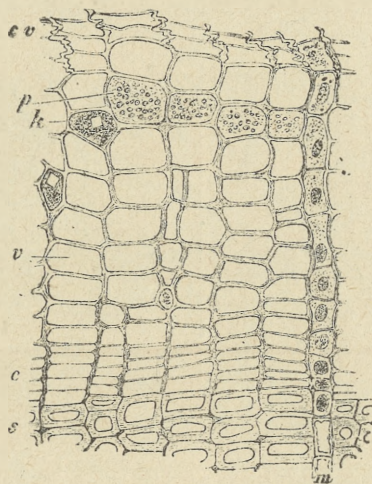


Rys. 50. Część przekroju poprzecznego przez drewno sosny na granicy rocznego przyrostu (*g*). *f* — drewno wiosenne, *s* — drewno jesienne, *t* — jamka obwódkowa, *a* — szereg cewek podwajający się nazewnątrz, *b* — szereg cewek wrzynający się na nowo, *h* — przewod żywiczny, *m* — promień rdzeniowy.

Pow. 240 razy.



w postaci kropli silnie załamujących światło, nieregularnie zarysowanych. Jeżeli do preparatu dodamy trochę alkoholu, to wówczas krople żywicy giną bardzo prędko. Możemy je również zabarwić w charakterystyczny sposób czerwonym barwnikiem z korzenia alkanny, który już przedtem używaliśmy do barwienia tłuszczu (s. 32). W tym celu wykonywamy przekrój poprzeczny przez drewno sosny i kładziemy go na szkiełku przedmiotowym w kropli wody. Następnie robimy podobny cienki skrawek przez martwice suchych korzeni alkanny, zdmuchujemy przylegające do niego cząsteczki, kładziemy go na skrawek sosny i przykrywamy szkiełkiem przykrywkowym; dodajemy kroplę 50% alkoholu na brzeg szkiełka przykrywkowego i pozostawiamy przedmiot na pół godziny, względnie na godzinę w dużej wilgotnej kamerze (str. 18). Jeżeli odrzucimy warstwę korka alkanny i zbadamy skrawek sosny, wówczas zauważymy, że wszystka żywica zabarwiła się pięknie na kolor ciemno-czerwony, gdy pozostałe części preparatu pozostały zupełnie bezbarwne.



Rys. 51. Przekrój poprzeczny z pnia sosny z miazgą nieczynną, gdzie znajdujemy również zewnętrzny brzeg drewna, miazgę i przylegające łyko. *s*—drewno jesienne, *c*—miazga, *v*—rurki sitkowe, *p*—mięksisz łykowy, *k*—mięksisz łykowy zawierający kryształy, *cw*—nieczynne rurki sitkowe, *m*—promień rdzeniowy. Pow. 240 razy.

Skrawki poprzeczne traktowane chlorkiem cynku z jodem, najlepiej z materiału alkoholowego, wykazują ściany starszych cewek zabarwione na żółto-brunatno, a tylko wewnętrzne warstwy zgrubienia miejscami zabarwione na fioletowo. W pobliżu miazgi w cewkach niezupełnie wykształconych bardzo łatwo możemy dostrzec zawartość plazmatyczną i jądro. Również z całą pewnością można stwierdzić, że cewki po dojrzeniu tracą całą swoją żywą zawartość. Komórki najmłodsze przylegające do miazgi zabarwiły się na jasno-fioletowo. W samej miazdze przegrody promieniste nabrały takiegoż samego zabarwienia, gdy świeżo wykształcone są zabarwione na kolor żółtawy. Składają się one bowiem ze związków pektynowych i dopiero później grubieją przez wytwarzanie blaszek zawierających błonnik. Ściany części łykowej zabarwiły się na fioletowo. Treść komórek łyka, zawierających kryształy, zachowała brunatne zabarwienie, natomiast czerwono-brunatno wyglądają komórki w warstwach korka. Szczególniej cienkie ściany wewnętrzne komórek otaczających przewody żywiczne barwią się na kolor brudno-fioletowy. Przy pomocy starannych badań możemy stwierdzić, że błony zamykające jamek jednostronnie obwódki zabarwiły się na fioletowo, błony zaś zamykające jamek dwustronnie obwódki pozostały bezbarwne.



Na delikatnych przekrojach poprzecznych możemy również dostrzec, że cewki oddzielone są od siebie delikatnymi linjami rozdzielającymi, t. zw. blaszkami środkowymi (*m* rys. 49). Tam, gdzie przylega do siebie więcej, niż dwie cewki, blaszka środkowa rozszerza się w pełny albo wydrążony klin (*m*\*). Wewnętrzny narys ściany komórkowej silniej załamuje światło i tworzy błonkę graniczną (*i*), szczególnie wyraźną na cewkach późniejszych o wąskim świetle. Wszystko to staje się jeszcze bardziej jasne pod działaniem stężonego kwasu siarczanego. Warstwy zgrubienia nabrzmiewają i wkońcu ulegają rozpuszczeniu; błonka graniczna opiera się dłużej i występuje szczególnie wyraźnie. Wkońcu pozostaje tylko żółto-brunatnie barwiące się delikatne siatkowane rusztowanie blaszki środkowej, opierające się dłużej działaniu kwasu siarczanego. Odporność taką rusztowanie to zawdzięcza szczególnie silnemu zdrzewnieniu, jakim wyróżniają się blaszki środkowe drzew.

Przy powolnym pęcznieniu w kwasie siarczanym bardzo często, zwłaszcza na szczególnie silnie zgrubiałych cewkach z okresu jesienno, możemy stwierdzić, że warstwy zgrubienia składają się z licznych bardzo delikatnych blaszek. Chlorkiem cynku z jodem skrawek poprzeczny, podobnie jak przedtem skrawek podłużny, barwi się na żółto-brunatno, a blaszki środkowe na kolor czysto żółty; w pojedynczych komórkach wewnętrzna warstwa zgrubienia przylegająca do błonki rozdzielającej przyjmuje odcień fioletowy. Jeżeli po działaniu chlorkiem cynku z jodem potraktujemy preparat rozcieńczonym kwasem siarczanym (2 części kwasu siarczanego i 1 część wody), to bardzo często pod wpływem tego ostatniego barwnika otrzymujemy niebieskie zabarwienie całej warstwy zgrubienia. Szczególniej udatne, bardzo cienkie przekroje poprzeczne drewna sosny są bardzo dobrymi preparatami kontrolnymi, przy pomocy których możemy wyprowadzić wnioski co do dobroci średnio silnych i najsilniejszych powiększeń naszego mikroskopu. Przypuszczając, że mamy do czynienia z dostatecznie cienkimi skrawkami obraz musi być zupełnie płaski, silnie oświetlony, ostry w narysach, w szczegółach budowy wyraźny i bez barw.

Aby zapoznać się z najbardziej używanymi reakcjami na ciała drzewnikowe, zastosujemy floroglucynę i siarczan aniliny<sup>1)</sup>. Rozpuszczamy ślad floroglucyny w alkoholu i kładziemy kilka skrawków poprzecznych do tego roztworu. Następnie przenosimy je do kropli wody na szkiełku przedmiotowym i puszczaemy trochę kwasu solnego na skraj szkiełka przykrywkowego, przyczem musimy bardzo ostrożnie postępować tak, aby soczewka czołowa obiektywu nie zetknęła się z kwasem. Ściany komórek bardzo prędko przyjmują przepyszne czerwono-fioletowe zabarwienie.—Inne skrawki umieszczamy w wodnym roztworze siarczanu

<sup>1)</sup> Obie wprowadzone przez J. Wiesnera (porównaj Sitzber. d. math. nat. Kl. d. Wiener Akad. d. Wiss. Tom LXXVII, 1878, I część.



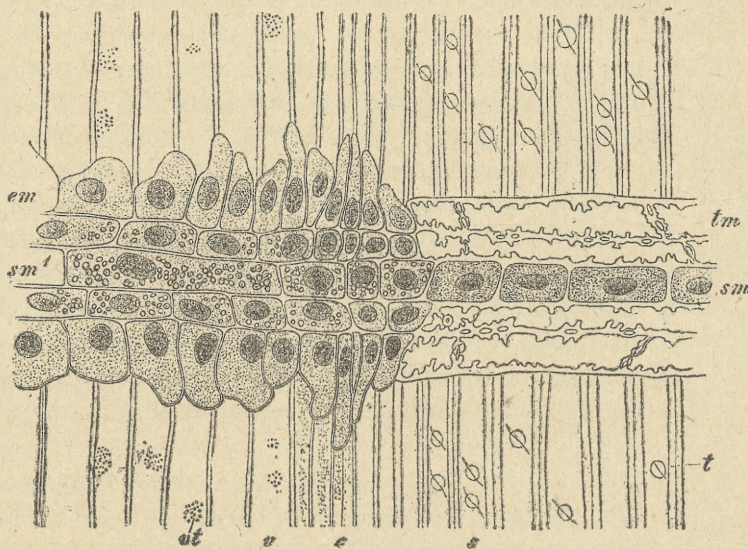
aniliny, gdzie natychmiast przyjmują intensywnie żółtą barwę; zabarwienie to zostaje jeszcze wzmocnione przez dodanie rozcieńczonego kwasu siarczanego.—Jeżeli świeże skrawki pnia sosny, zawierające również części kory albo rdzenia, potraktujemy stężonym kwasem solnym, wówczas natychmiast następuje żółte zabarwienie drewna, które powoli, postępując od wewnątrz na zewnątrz, względnie odwrotnie ustępuje fioletowemu zabarwieniu. Również i to zabarwienie jest wywołane reakcją floroglucynową i zostaje spowodowane tą floroglucyną, która pochodzi z zawartości komórek kory, względnie rdzenia, a w pewnych okolicznościach także z młodych promieni rdzeniowych. Przez krótsze albo dłuższe pozostawianie skrawków w wodzie Javelle'a można usunąć ciała drzewnikowe ze ścian komórkowych. Tak zwana reakcja Mäulego <sup>1)</sup> daje przeważnie wyniki bardziej niezawodne. Aby ją otrzymać, umieszczamy skrawki w 1% roztworze nadmaganianu potasu, gdzie przebywają dłuższy albo krótszy czas i stają się żółte albo brunatne. Następnie przemywamy je powierzchownie wodą i przenosimy do rozcieńczonego kwasu solnego, gdzie po 2—3 minutach wyjaśniają się, dodajemy kroplę amonjaku, albo też trzymamy skrawki ponad otworem butelki z amonjakiem. Przytem części drzewne stają się prędko czerwone. W drewnie sosny reakcja ta występuje stosunkowo słabo.

Przygotowujemy teraz podłużny promienisty skrawek również z materiału alkoholowego. Na skrawku takim znajdujemy w drewnie cewki z jamkami obwódkowanymi; cewki te zachodzą swymi końcami na siebie. U cewek z drzewa wiosennego końce te są zaokrąglone, w drewnie jesiennym zaostrome. Jamki obwódkowane na obrazie z powierzchni rysują się w postaci dwóch współśrodkowych kół (rys. 49 A). Wewnętrzne małe koło, względnie elipsa jest miejscem wyjścia jamki do wnętrza komórki, większe zaś zewnętrzne koło pochodzi z najszerszego miejsca jamki, w którym ta ostatnia przytyka do pierwotnej ściany oddzielającej obie cewki. Ta pierwotna ściana zgrubiała pośrodku w t. zw. „torus”, czyli krążek, tworzy błonę zamykającą. „Torus” przedstawia się jako krążek matowo błyszczący o średnicy mniej więcej podwójnej wielkości, średnicy otworu wyjściowego jamki. W pomyślnych warunkach możemy dostrzec na błonie zamykającej dookoła krążka promieniste prążkowanie (rys. 49 A). Możemy uwydatnić krążki bardzo wyraźnie, umieszczając skrawek na 15 minut do hematoksyliny alunowej. Jednakże skrawki zrobione z materiału alkoholowego trzeba uprzednio umieścić w wodzie. Na skrawkach, które będziemy badali w roztworze jodyny możemy tu i owdzie na cewkach młodszych pierścieni rocznych rozpoznać wewnątrz jamek obwódkowanych małe ziarna mączki. Również bardzo często znajdujemy tam krople tłuszczu. Wreszcie w najwęższych cewkach jesiennych jamki obwódkowane stają się małe i rzadkie.—Wpoprzek do cewek prze-

<sup>1)</sup> Według G. Mäule Fünfstück Beitr. z. wiss. Bot., tom IV, 1900, str. 166.



biegają komórki promieni rdzeniowych (rys. 52). Wysokość promieni rdzeniowych jest przeważnie nieznaczna, zdarzają się jednak względnie wysokie. Składają się one z szeregów komórek wydłużonych promienisto. Szeregi komórek w środku posiadają treść protoplazmatyczną (*sm*) a także przeważnie mączkę i w kierunku cewek wykazują wielkie płaskie jednostronnie obwódkiwane jamki. Górne i dolne szeregi komórek są pozbawione treści protoplazmatycznej, służą do przeprowadzania wody i łączą się z cewkami za pomocą małych, podwójnie obwódkiwanych jamek. Stanowią one więc cewkowate elementy promieni rdzeniowych (*tm*). W rzeczywistości tworzą one szeregi zmodyfikowanych cewek pochodzą-



Rys. 52. Podłużny promienisty przekrój z pnia sosny zawierający zewnętrzny brzeg drewna, miazgę, przylegające łyko, jak również promienie rdzeniowe. *s*—cewki jesienne, *t*—jamki obwódkiwane, *c*—miazga, *v*—rurki sitkowe, *vt*—jamki sitkowe, *tm*—cewkowate komórki promieni rdzeniowych, *sm*—zawierające mączkę komórki promieni rdzeniowych w drewnie, *sm*—w łyku, *em*—zawierające białko komórki promieni rdzeniowych. Pow. 240 razy.

cych z wiązek drewna i przylegających do promieni rdzeniowych. W wyższych promieniach rdzeniowych występują one jako środkowe szeregi. Istnieją promienie rdzeniowe składające się tylko z takich utworów, znowu inne promienie rdzeniowe nie posiadają ich wcale. Te cewkowate elementy promieni rdzeniowych wyróżniają się ząbionymi listwami zgrubienia, które umieszczone stycznie chronią je od zgniecenia. Utwory te pośredniczą przy wymianie wody między cewkami drewna w kierunku promienistym, gdy zaś komórki promieni rdzeniowych zawierające treść protoplazmatyczną służą do przeprowadzania w tymże kierunku ciał zapasowych. Na przecięciu podłużnym miazga przedstawia wąskie wydłu-



zone komórki stykające się z sobą mniej lub więcej nachylonemi przegrodami; komórki miazgi zawierają protoplazmę i jądro.— W łyku zwracają naszą uwagę rurki sitkowe z ich jamkami sitkowatemi. Aby te ostatnie z łatwością odnaleźć umieszczamy niektóre z promienistych skrawków podłużnych przygotowanych z materiału alkoholowego, w wodnym roztworze błękitu anilinowego. Barwnik ten podobnie jak wyżej stosowana koralina (str. 76) posiada zdolność intensywnego barwienia kallozy rurek sitkowych. W roztworze błękitu anilinowego skrawki umieszczamy na kilka minut i następnie przenosimy je do gliceryny. Gliceryna pozostawia barwnik tylko w blaszkach sitkowych, a odciąga go ze wszystkich pozostałych części skrawka. W takich warunkach podczas badania mikroskopowego nie możemy przeoczyć jamek sitkowatych. Zabarwienie ich jest pięknie niebieskie i w preparatach trzyma się czas dłuższy.



Rys. 53. Pojedyncze jamki sitkowate z końcowej ścian y rurki sitkowej wyjęte z promienistego skrawka podłużnego sosny. Pow. 750 razy.

Jamki sitkowate możemy odróżnić już w bezpośredniej bliskości miazgi i wysledzić je aż do tego miejsca, gdzie rurki sitkowe ulegają zgnieceniu, a jamki sitkowe tracą swoje promieniste położenie. Jednakże już przedtem jamki sitkowe tracą swą zasklepkę z kallozy i razem z tem zdolność do barwienia. Rurki sitkowe zachowują kształt komórek miazgi, z których powstały. Posiadają one jamki sitkowate tylko na ścianach promienistych podobnie jak cewki jamki obwódkiwane. Jamki sitkowate przedstawiają się nam jako okrągłe względnie owalne plamy podzielone na nieokreśloną ilość delikatnie kropkowanych pól (rysunek 53). Delikatne kropkowanie spowodowane jest wiązkami śluzu przechodzącymi przez substancje pól zamienioną w kallozę<sup>1)</sup>. W pewnej odległości od miazgi całe jamki sitkowate pokrywają się płytkami kallozy, przyjmującymi w błękitie anilinowym zabarwienie błękitno-niebieskie i błyszczące. W rurkach sitkowych nieczynnych cała kalloza ulega rozpuszczeniu; wówczas jamka sitkowata jest naga i nie barwi się. Czynne rurki sitkowe posiadają cienką warstwę protoplazmy ściennej. Wewnątrz zawierają wodny roztwór ciał białkowych w postaci ziarenek barwiących się jodem na żółto, które są prawdopodobnie leukoplastami, jak również i inne ziarenka i masy kosmkowate, które z roztworem jodu dają winno-czerwony odczyn amylodekstryny.

Komórki łyka, zawierające kryształy, na podłużnym przecięciu wyróżniają się brunatną treścią, są stosunkowo krótkie, stykają się z sobą przeważnie ścianami poprzecznymi i widocznie powstały przez poprzeczny podział komórek miazgi. Zawierają liczne pryzmatyczne kryształy

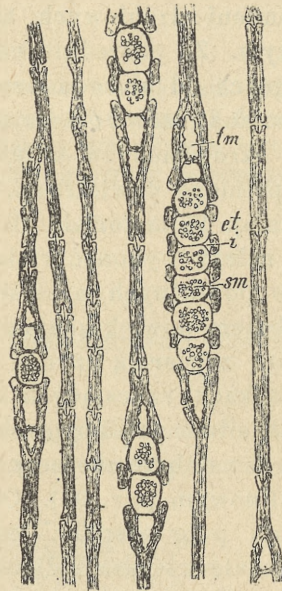
<sup>1)</sup> O historii rozwoju tych utworów i ich dokładniejszej budowie porównaj A. W. Hill, Ann. of Bot., tom XV, 1901, str. 575 i tom XXII, 1908, str. 245.



leżące na sobie i obok siebie. Prócz tego widzimy komórki zawierające mączkę. Są one jeszcze krótsze od komórek z kryształami, ułożone w nitki, niekiedy pojedynczo lub szeregiem wsunięte pomiędzy komórki zawierające kryształy. Te mączkonośne komórki później nabrzmiewają bardzo znacznie.

Promienie rdzeniowe łatwo możemy wysledzić w ich przejściu z części drzewnej do łykowej; ulegają one przytem charakterystycznej przemianie (rys. 52). Aby przemianę tę dokładniej zbadać, oglądamy niektóre z naszych skrawków podłużnych w glicerynie z jodyną. Te szeregi komórek, które w drewnie wykształciły się cewkowato, przechodzą w łyko przeważnie w postaci komórek zawierających białko (*em*). Te szeregi komórek, zawierające białko w promieniach rdzeniowych, wyróżniają się większą wysokością i mniejszą długością i przylegają do rurek sitkowych, z którymi są połączone jamkami sitkowatemi. Są one zmienionymi rurkami sitkowymi wiązek łyka, przylegającemi do promieni rdzeniowych. Tam, gdzie rurki sitkowe w łyku tracą swą funkcję, również i komórki promieni rdzeniowych, zawierające białko, nie posiadają swej treści i ulegają zgnieceniu. Z tego wynika, że komórki promieni rdzeniowych zawierające białko pełnią u sosny funkcje komórek towarzyszących. Są one pozbawione mączki, gdy komórki zawierające mączkę, jak również część cewkowatych szeregów komórek promieni rdzeniowych z drewna przechodzi w zawierające mączkę szeregi komórek promieni rdzeniowych w łyku (*sm'*). Komórki, zawierające białko w promieniach rdzeniowych, nie występują w łyku u wszystkich roślin iglastych; zamiast nich mogą się wykształcać szeregi komórek zawierających białko w miękiszu łykowym. Również u sosny komórki promieni rdzeniowych, zawierające białko występują dopiero we wtórnym przyroście.

Skrawek podłużny styczny należy wykonać przynajmniej w dwóch miejscach, mianowicie jeden w okolicy części drzewnej, drugi w łykowej. Skrawek z części drzewnej przedstawia cewki na końcach jednostronnie zaostrome. Poprzecznie przecięte promienie rdzeniowe mają zarys wrzecionowaty, albowiem komórki ich zwężają się ku obu końcom. Przecięte wpoprzek jamki obwódtkowane wyglądają tak, jak na przekroju poprzecznym



Rys. 54. Styczny przekrój podłużny przez drewno jesienne sosny. *z*—jamki obwódtkowane, *tm*—cewkowate komórki promieni rdzeniowych, *sm*—komórki promieni rdzeniowych zawierające mączkę, *et*—proste jamki, *i*—przewody międzykomórkowe w promieniu rdzeniowym. Pow. 240 razy.



(rys. 49 B). Najniższe promienie rdzeniowe są trzykomórkowe, zwykle mniej więcej ośmiokomórkowe, wszakże ich wysokość może dochodzić aż do 20 komórek. Niskie zawsze są jednowarstwowe, wyższe bywają w środku wielowarstwowe i wtedy wykazują przewod żywiczny poprzecznie przecięty. Również na podłużnych przekrojach stycznych łatwo można odróżnić cewkowate elementy promienia rdzeniowego (rys. 54 *tm*) od elementów, zawierających protoplazmę (*sm*); trudniej jest stwierdzić, że z obu stron promieniowi rdzeniowemu towarzyszą wzdłuż małe przestwory międzykomórkowe. Przestwory te prawie wyłącznie towarzyszą komórkom promieni rdzeniowych, zawierających protoplazmę, a nie utworom cewkowatym. Za pośrednictwem tych przestworów międzykomórkowych, biegnących od obwodu pnia przez miazgę aż do drewna, zostaje zapewniona wymiana gazów z otaczającym powietrzem, niezbędna dla elementów żywych. Na skrawkach ze świeżego materiału przestwory międzykomórkowe są wypełnione powietrzem, wskutek czego wyglądają czarno i występują wyraźniej. W materiale alkoholowym alkohol usunął powietrze.— Przez łyko należy wykonać większą ilość następujących po sobie stycznych skrawków podłużnych, aż osiągniemy do drewna. Skrawki te przeglądamy pod słabszym powiększeniem i do dokładniejszego badania wybieramy takie, które zawierają czynne rurki sitkowe. Orientujemy się przytem po zasklepkach rzucających się w oczy bez zabarwienia, w postaci poduszek silnie załamujących światło i przylegających do ścian komórkowych. Bardzo dobrze możemy oglądać jamki sitkowane po zabarwieniu błękitem anilinowym (str. 96). Obraz jamki sitkowej jest taki sam, jak na przekroju poprzecznym, jednakże ilość trafionych jamek sitkowatych jest znacznie większa i dlatego łatwiej nam jest zdobyć lepszy obraz. Najprędzej znajdziemy je na brzegach skrawka. Jamki sitkowane rysują się nam z profilu wewnątrz promienistych ścian rurek sitkowych. Przechodzą przez nie grupy bardzo delikatnych nitek śluzowatych, przebiegających we wspólnej kallozie. W miejscu, gdzie przechodzą przez blaszkę środkową, ta ostatnia posiada nabrzmienie w postaci węzła. — Zasklepki pokrywające jamki sitkowe wyróżniają się swem świecąco niebieskiem zabarwieniem. Przy dojrzewaniu zasklepek, nitki śluzowate zostają przerwane, wówczas następuje zamknięcie rurek sitkowych; w korku zasklepki i treść pól sitowych ulega rozpuszczeniu.

Interesujące jest również zbadanie na materiale alkoholowym z pnia sosny tych stycznych skrawków podłużnych, które natrafiły na miazgę. Widzimy wówczas komórki miazgi w ich największej szerokości i stwierdzamy ostre ich zakończenia. Łącząc ten obraz z obrazami, które widzieliśmy na skrawkach poprzecznych i podłużnych skrawkach promienionych, możemy wyobrazić sobie kształt całej komórki miazgi jako ciała ze wszystkich stron czworokątnego, którego ściany styczne posiadają narys linjowato lancetowaty, a ściany promieniste wydłużony i czworokątny. Dolny i górny koniec komórki miazgi, jeden do trzech mm. dłu-



gi, utworzony jest z brzegu ustawionego promienisto. Średnica styczna komórek miazgi równa się podwójnej bądź wielokrotnej średnicy promienistej <sup>1)</sup>).

## ROZDZIAŁ XI.

Budowa pnia lipy. Metody maceracji.

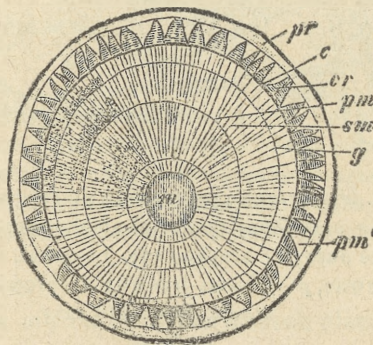
### Materiał do badań:

Latem i zimą: gałązki lipy 5 mm. grube, świeże; również grubsze kawałki pnia, świeże. — Kawałki możliwie grubego pnia, sięgające od drewna aż do powierzchni, przechowywane w alkoholu, potem przygotowywane do badania przez włożenie do roztworu alkoholu i gliceryny w równych częściach.

### Najważniejsze odczynniki:

Gliceryna z jodyną.—Wapno chlorowane.—Kwas azotowy.—Kwas chromowy.—Chlorek cynku z jodem.

Jako dalszy przedmiot badania weźmiemy lipę (*Tilia parvifolia*). Przekrój poprzeczny przez czteroletnią gałązkę, rozpatrywany przez lupę (rys. 55), pokazuje nam rdzeń (*m*), otoczony pierścieniami rocznymi z wyraźnie zaznaczonymi granicami lat (*g*), pierścień miazgi (*c*) rozdzielający drewno od łyka (*cr*), pierwotne (*pm*) i wtórne (*sm*) promienie rdzeniowe, przecinające drewno i łyko w kierunku promienistym, rozszerzone końce pierwotnych promieni rdzeniowych (*pm'*) między włóknami łyka i w otoczeniu ich pierwotna kora (*pr*). Przy silniejszym powiększeniu na tym samym przekroju możemy zauważyć w rdzeniu wielkie komórki zawierające powietrze, ułożone różyczkowato dookoła innych drobnych komórek, wypełnionych drobnoziarnistą brunatną zawartością. W zewnętrznych częściach rdzenia znajdują się zbiorniki gumy, tworzące jamy w tkance miękkiszonej i pozbawione już zawartości.

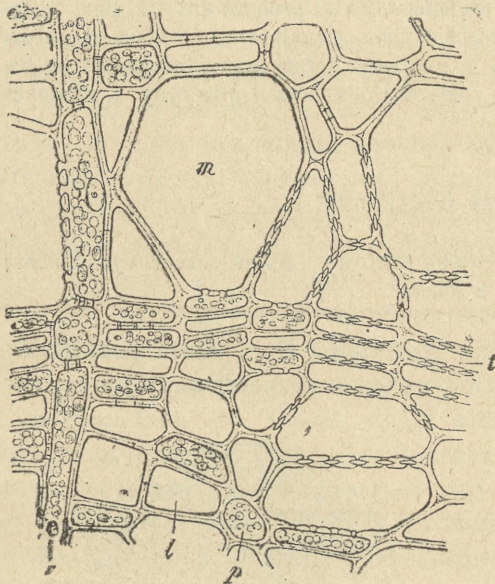


Rys. 55. Przekrój poprzeczny przez gałązkę z lipy w czwartym roku (*Tilia parvifolia*). *pr*—kora pierwotna, *c*—pierścień miazgi, *cr*—łyko, *pm*—pierwotne promienie rdzeniowe, *pm'*—zewnętrzny rozszerzony koniec pierwotnego promienia rdzeniowego, *sm*—wtórny promień rdzeniowy, *m*—rdzeń, *g*—granica roczna. Pow. 6 razy.

<sup>1)</sup> Por. J. Klinken: *Bibliotheca Botanica*, 84 zeszyt, 1914.



Na swym zewnętrznym skraju rdzeń jest drobnokomórkowy, komórki wypełnione drobnoziarnistą treścią. W tę tkankę drobnokomórkową wciśkają się pierwotne części drzewne wiązek naczyniowo-sitkowych. Na przekroju poprzecznym uwydatniają się cewki pierścieniowate dzięki ich tu i owdzie występującym pasom zgrubienia. Przeliczamy pierścienie roczne, które mogą posiadać w kolejno po sobie następujących latach najrozmaitszą grubość. Najpierw w każdym pierścieniu rocznym zostają wytwarzane w dużej ilości szerokie naczynia; one właśnie przedewszystkiem zaznaczają granice lat. Następnie powstają szerokie naczynia tylko pojedynczo albo w grupach pojedynczych; w ostatnich okresach pory



Rys. 56. Przekrój poprzeczny przez drewno lipy (*Tilia parvifolia*) (materiał alkoholowy). *m* – szerokie naczynie kropkowane, *t* – cewki, *l* – włókna drzewne, *p* – miękisz drzewny, *r* – promienie rdzeniowe. Pow. 240 razy.

wegetacyjnej miazga tworzy tylko elementy o wąskim świetle. Poza miazgą widzimy części łyka klinowato zaostrome nazewnątrz. Możemy tutaj stwierdzić kolejną zmianę pasów przebiegających stycznie jaśniejszych i ciemniejszych. Jasno błyszczące pasy utworzone są z licznych, mocno przylegających do siebie włókien łykowych, których ściany są tak silnie zgrubiałe, że światło ich wygląda tylko jeszcze jako ciemny punkt. Pasy te posiadają nieprawidłowy zarys, miejscami mogą być poprzerywane. Ciemniejsze pasy, znajdujące się między niemi, składają się z komórek miększu łykowego o wąskim świetle, przylegającym głównie do włókien łykowych, i zawierających mączkę, i z rurek sitkowych o szerokim świetle, obok których znajdują

się wąskie komórki towarzyszące. Można wyliczyć około 2 razy tyle wtórnych pasów łyka, niż znajduje się pierścieni rocznych w drewnie; wyjąwszy bowiem dwóch pierwszych lat w ciągu każdego roku powstają mniej więcej prawidłowo dwa pasma łyka. Pierwotne promienie rdzeniowe w drewnie zazwyczaj składają się z dwóch tu i owdzie także z większej ilości warstw komórkowych; wtórne promienie rdzeniowe składają się bądź na całej swej długości z jednej warstwy komórki albo też z samego początku poprzez kilka pierścieni rocznych są wąskie, aby się rozszerzyć do obwodu pnia i, podobnie jak pierwotne promienie rdzeniowe, osiągnąć grubość kilku warstw komórkowych. Można je wysledzić po-



przez łyko aż do kory pierwotnej, względnie do łyka. Zakończenia pierwotnych i pojedynczych wtórnych promieni rdzeniowych rozszerzają się klinowato i oddzielają pojedyncze wiązki łyka. Walec osiowy otacza kora pierwotna, zabarwiona na kolor żywo-zielony. W zewnętrznych częściach promieni rdzeniowych i w korze pierwotnej wyróżniają się liczne gruzły kryształów. Dalej nazewnątrz znajdują się komórki zwarcicy, łatwo dostrzegalne dzięki ich białym zwłaszcza w rogach silnie zgrubiałym błonom. Wreszcie powierzchnia pnia zajęta jest prawidłowo rozwiniętą peridermą (oskórnią), której płaskie komórki odpowiednio do wieku brunatnieją, a więc od wewnątrz nazewnątrz.

Celem bliższego zbadania części drzewnej i łykowej wskazane jest użycie kawałków z możliwie grubego pnia, przechowywanych w alkoholu.

Również i te kawałki dzień przedtem zanurzamy w roztworze jednakowych części alkoholu i gliceryny. Badamy je w glicerynie z jodyną i znajdujemy, że wszystkie elementy są znacznie większe, niż w gałązkach cienkich. Drewno lipy składa się z naczyń, cewek, włókien łykowych i miększu drzewnego (rys. 56). Naczynia wyróżniają się znaczną średnicą (*m*). Naczynia jak również cewki, o ile graniczą z innymi naczyniami i innymi cewkami, posiadają podwójnie obwódkowane jamki. Włókna drzewne (*l*) wyróżniają się bardzo skąpem, nadzwyczaj delikatnym jamkowaniem. Komórki miększu drzewnego (*p*) odróżniają się od tych wszystkich elementów swą treścią protoplazmatyczną, względnie zawartością ziarn mączki.



Rys. 57. Przekrój poprzeczny przez łyko lipy (*Tilia parvifolia*) (materiał alkoholowy). *v*—rurka sitkowa, *v'*—przez płytkę sitkową, *c*—komórka towarzysząca, *p*—miększ łykowy, *k*—komórka zawierająca kryształy, *l*—włókna łykowe, *r*—promień rdzeniowy.

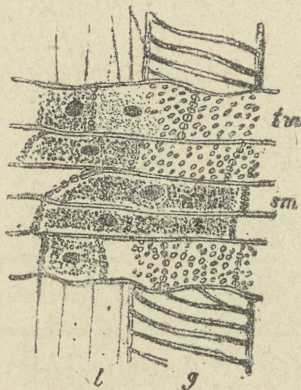
Pow. 240 razy.

W łyku (rys. 57) szczególnie uwydatniają się włókna łykowe (*l*); graniczą z nimi komórki miększu łykowego (*p*), zawierające przeważnie w dużych ilościach mączkę, na zewnętrznej natomiast stronie włókien łykowych posiadają kryształy; następnie idą rurki sitkowe o szerokim świetle (*v*) i ich komórki towarzyszące. Komórki towarzyszące przeważnie są odcięte pojedynczo od jednego z naroży rurki sitkowej. Stwierdzamy, że zazwyczaj przylegają one do komórki miększu łykowego albo komórki promienia rdzeniowego. Tam, gdzie przekrój natrafił na sitko, wyróżnia się ono silnym załamaniem światła, otworkami, brunatnym zabarwieniem



przy pomocy jodyny. Również i u lipy stwierdzamy, że w pewnej odległości od miazgi rurki sitkowe, i komórki towarzyszące straciły swą wartość.

Na przekrojach podłużnych promienistych, również badanych w glicerynie z jodyną, możemy przedewszystkiem zauważyć naczynia i cewki, które na błonach swych oprócz jamek obwódkowych posiadają jeszcze cienkie pasy pierścieniowe jako najbardziej wewnętrzne zgrubienie. Naczynia i cewki połączone są formami przejściowemi; tylko zachowanie się błon końcowych, czy są one przerwane okrągłym otworem, czy też zamknięte jamką obwódkową, — rozstrzyga o tem, czy mamy do czynienia z naczyniami czy z cewkami. Główną masę drewna tworzą długie włókna drzewne, zaostrome na końcach, których błony zaopatrzone są małemi szparkowatemi, jamkami wznoszącemi się na lewo. Podobnie jak naczynia i cewki, również włókna drzewne pozbawione są treści protoplazmatycznej. Gdy jednak naczynia i cewki służą do przeprowadzania wody, to włókna drzewne w drzewie świeżo badanem zawierają powietrze i służą tylko do mechanicznego wzmocnienia drewna. Komórki miększu drzewnego następują po sobie w nieprzerwanych szeregach. Są one krótkie, oddzielone



Rys. 58. Mały kawałek promienistego skrawka podłużnego z drewna lipy (*Tilia parvifolia*) z małym promieniem rdzeniowym. *g*—naczynie, *l*—włókno drzewne, *tm*—komórki promieni rdzeniowych połączone jamkami z przewodami dla wody, *sm*—komórki promieni rdzeniowych, służące głównie do przeprowadzenia ciał asymilowanych. Pow. 240 r.

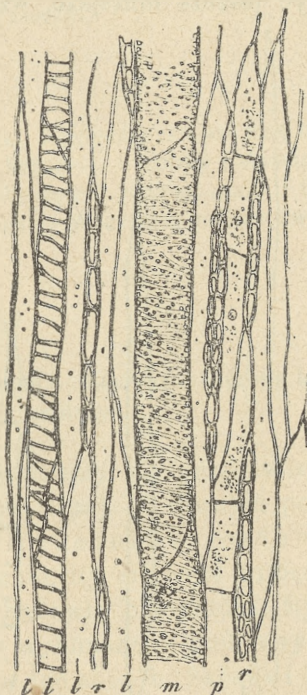
błonami wprost jamkowanemi z treścią protoplazmatyczną i zazwyczaj wypełnione mączką. — Promienie rdzeniowe, przebiegające poprzecznie do tych elementów drewna (rys. 58), posiadają najrozmaitszą grubość. Brzegi tych promieni rdzeniowych zajęte są przeważnie krótszemi albo dłuższemi komórkami (*tm*), i można stwierdzić, że właśnie te komórki łączą się z naczyniami przy pomocy dużych licznych jamek. Jednowarstwowe promienie rdzeniowe mogą być utworzone wyłącznie z komórek wyższych. Komórki promieni rdzeniowych, połączone z naczyniami zapomocą jamek, wyróżniają się swem ubóstwem w mączkę. — W łyku dostrzegamy, przedewszystkiem, bardzo długie błyszczące włókna łykowe; odnajdujemy komórki miększu łykowego zawierające mączkę, a także kryształki; potem rurki sitkowe, których sitka nachylone stycznie prążkami rozdzielone są na pojedyncze sitka. Wąskie komórki towarzyszące wyróżniają się swą bogatą treścią. — Poza łykiem znajduje się zwarcica ze swemi zgrubiałemi białemi narożami komórek jak również komórki korka, których przekrój podłużny dokładnie odpowiada przekrojowi poprzecznemu.



Styczny przekrój podłużny przez drewno (rys. 59) uwidacznia nam też same elementy, jak przekrój promienisty, jednakże promienie rdzeniowe są przecięte wpoprzek. Oglądane z tej strony przedstawiają się one w postaci wrzeciona (*r*), niejednakowo wysokie, na całej swej wysokości jednowarstwowe albo także w środku wielowarstwowe. Na bokach jednowarstwowych promieni rdzeniowych brak prawie zupełnie przestrzeni międzykomórkowych; w wielowarstwowych promieniach rdzeniowych są one wykształcone tylko między wewnętrznymi komórkami.—Styczny przekrój podłużny w łyku wykazuje też same stosunki dla promieni rdzeniowych, poza tem również jak i przekrój podłużny styczny przez drewno może nam posłużyć do pokazania wygiętego przebiegu elementów, zmuszonych do omijania promieni rdzeniowych.

Ponieważ właściwe wyszukanie poszczególnych elementów na skomplikowanych obrazach, jakie dają przekroje przez drewno, przedstawia niemałe trudności, spróbujemy więc zorientować się według innej metody. Zastosujemy tutaj t. zw. maceracyjną metodę Schultzego. W szerokiej zlewce polewamy kilka kawałków chloranu potasu taką dużą ilością kwasu siarczanego, aby zostały one zupełnie zalane, poczem wkładamy dość grube promieniste podłużne skrawki z pnia lipy i ostrożnie nagrzewamy nad płomieniem, póki nie nastąpi wydzielanie się gazu. Następnie pozostawiamy jeszcze jakiś czas na działanie odczynnika i wszystko wlewamy do wielkiej płytki z wodą. Przy pomocy pałeczki szklanej wyciągamy następnie skrawki, przenosimy do innego naczynia z wodą i wkońcu z tego do kropli wody na szkiełko przedmiotowe. Następnie rozstrzępiamy skrawek przy pomocy igieł w kierunku podłużnym, co udaje się z łatwością po odpowiedniej maceracji. Wówczas odnajdziemy elementy w odosobnieniu, które poprzednio oglądaliśmy w związku. Są one zazwyczaj dobrze zachowane, pozbawione jednak ciał drzewnych tak, że po dodaniu jodu w chlorku cynku barwią się na niebiesko. Maceracja nie powinna być przeprowadzona w tem miejscu, gdzie stoi mikroskop, ponieważ mogą go uszkodzić wydzielające się pary.

Zamiast chloranem potasu i kwasem siarczanym skrawki można macerować przy pomocy kwasu chromowego. W tym celu stosujemy stężony

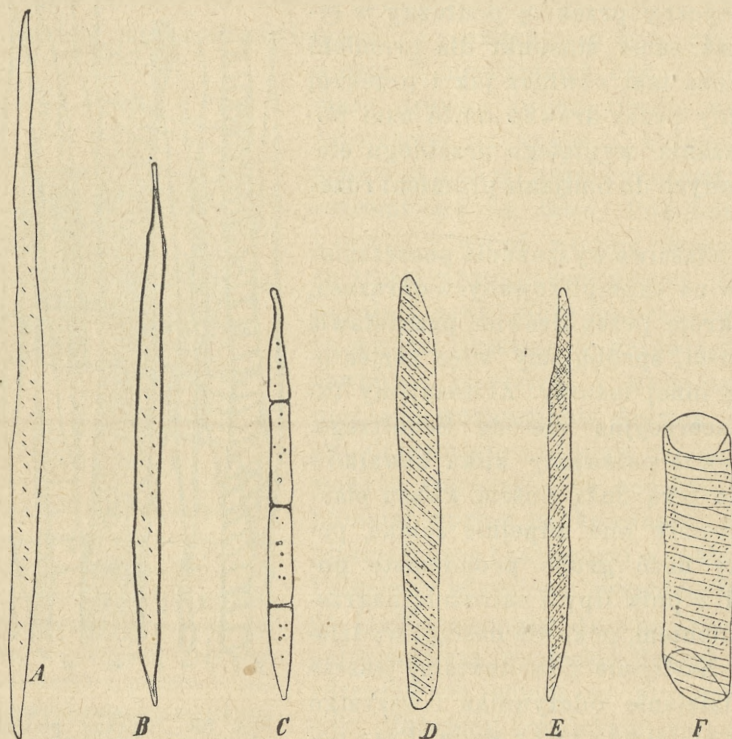


Rys. 59. Styczny podłużny przekrój z drewna *Tilia parvifolia*. *m*—naczynie kropkowane, *l*—cewki posiadające zgrubienia śrubowate, *p*—miękkisz drzewny, *l*—włókna drzewne, *r*—promienie rdzeniowe. Pow. 150 razy.



roztwór wodny, działając nim bardzo krótko, względnie tylko pół minuty i wypłókujejmy dużą ilością wody. Skrawki nie mogą być zbyt duże, ponieważ po działaniu kwasem nie dają się łatwo rozdzielić. Metoda ta ustępuje jednak znacznie pierwszej.

W takich preparatach wymacerowanych z pnia lipy szczególnie masowo występują włókna drzewne (rys. 60 *A, B*). Wskutek pęcznienia ścian, szparkowate jamki wydają się być jeszcze mniejsze; wznoszą się one skośnie. Krótkie ko-



Rys. 58 *Tilia parvifolia*. Elementy odosobnione przez macerację z drewna i łyka. *A, B* — włókna drzewne, *C* — miękisz drzewny, *D* i *E* — cewki, *F* — człon naczynia, *G* — włókna łykowe.

Pow. 180 razy.

mórki miękiszowe można rozpoznać po ich treści. Spotykamy je oddzielone albo też, stosownie do ich pochodzenia z jednej komórki miazgi, połączone w krótkie włókna (*C*). Znajdujemy je rozrzucone wszędzie między włóknami drzewnymi. Dalej rzucają się nam w oczy cewki w nieznacznej ilości obdarzone taśmami pierścieniowymi. Kształt ich zbliża się do kształtu bądź włókien drzewnych (*E*), bądź też do kształtu naczyń (*D*). Wreszcie nie brak na naszych preparatach naczyń, są one częściowo rozdzielone na



kawałki (*F*) albo też tworzą długie rury. Wśród tych wszystkich elementów wyróżniają się swą szczególną długością włókna łykowe, kończące się delikatnymi ostremi zakończeniami o nadzwyczaj wąskim świetle.

## ROZDZIAŁ XII.

Walec osiowy i wtórny przyrost korzeni.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: wyrosnięte korzenie cebuli (*Allium Cepa*), względnie zamiast nich takież sam materiał *Hyacinthus orientalis*. — Korzenie z *Acorus Calamus*. — Takież sam materiał z *Iris florentina* — Względnie również małe i starsze korzenie z *Taxus baccata* i *Dracaena*. — Wszystkie rośliny świeże albo w alkoholu.

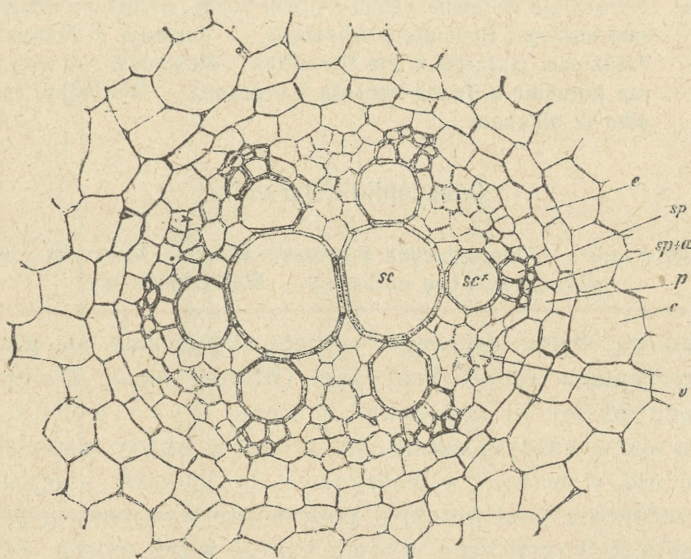
### Odczynniki. Barwniki:

Chlorek cynku z jodem.—Phloroglucyna z kwasem solnym.—Gliceryna—Stężony kwas siarczany. — Ług potasowy. — Błękit anilinowy.

Z budową walca osiowego korzeni zapoznamy się przedewszystkiem na korzeniach cebuli kuchennej (*Allium Cepa*). Z równem powodzeniem moglibyśmy tu zastosować korzenie *Hyacinthus orientalis*. Można się w każdym czasie zaopatrzyć w obfity materiał do badań, hodując cebulę w wodzie w naczyniach do hodowli hiacyntów. Rysunek 61 przedstawia nam przekrój poprzeczny wykonany z podstawy silnego korzenia przybyszowego, wyhodowanego w ten sposób. Skórka i bardzo gruba kora pierwotna zostały na rysunku pominięte, jednakże widzimy jeszcze z kory pierwotnej komórki graniczące ze śródskórnią (*endodermis*). Śródskórnia (*e*) na swych błonach promienistych w sposób charakterystyczny wykazuje czarny cień. Cień ten wywołany jest falistemi wygięciami środkowego pasma błony, pasma Caspari'ego, którego przyroda chemiczna nie jest jeszcze wyjaśniona. Taka śródskórnia jest zawsze jednowarstwowa; powstaje ona prawie wszędzie z najbardziej wewnętrznej warstwy korowej. Później na wewnętrznych ścianach komórek śródskórni powstaje blaszka suberyny, która ze stopniowo drzewniejącego błonnika otrzymuje jeszcze znaczne zgrubienie w postaci litery U, jak się to możemy przekonać na skrawkach ze starszych części korzenia. Zgrubienie to pod działaniem chlorku cynku z jodem przybiera żółte zabarwienie, a czerwone pod działaniem phloroglucyny z kwasem solnym, do którego dodaliśmy jeszcze gliceryny, aby zmniejszyć siłę parowania. Takim zachowaniem się zgrubienie to przypomina zgrubienia dróg przewodzących wodę. Środek walca osiowego zajmują szerokie naczynia



drabinkowate (*sc*). Jeżeli korzeń nie jest dość stary, to wówczas naczynia środkowe, a także naczynia przylegające są cienkościenne, niezupełnie wykształcone. Do naczyń środkowych, względnie do jednego naczynia środkowego prawie zawsze przylega sześć wąskich naczyń drabinkowatych (*sc<sup>x</sup>*); następnie idzie po jednej grupie całkiem wąskich cewek pierścieniowych i śrubowatych (*sp*, *sp + a*). Szerokość tych elementów zmniejsza się więc od wewnątrz ku zewnątrz, a więc mamy tu do czynienia z biegunowo przeciwnymi stosunkami jak w pędzie. — Części naczyniowe w tym wypadku są ułożone w postaci sześcioramiennej gwiazdy; tego rodzaju walec osiowy nazywamy sześcioramionym. Z temi częściami naczyniowymi zmieniają się położone obok nich części sitkowe (*v*).

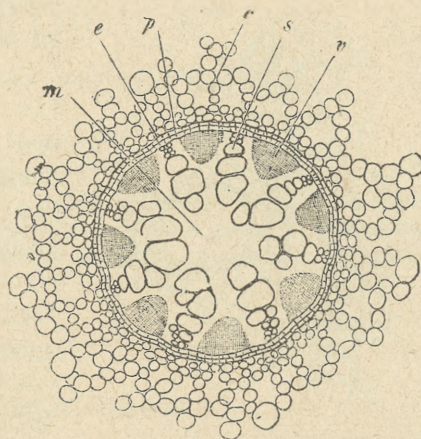


Rys. 61. Przekrój poprzeczny przez podstawę silnego korzenia przybyszowego z cebuli (*Allium Cepa*). *c* — kora, *e* — śródskórnia, *p* — omiażdże, *sp* — naczynia śrubowate, *a* — naczynia pierścieniowate, *sc* i *sc<sup>x</sup>* — naczynia drabinkowate, *v* — część sitkowa. Pow. 240 razy.

Obie części wiązki przewodzącej ułożone są wzdłuż promieni koła, co ogólnie cechuje walce osiowe korzeni; dzięki temu w całości swej nazywano je promienistymi wiązkami przewodzącymi. Części naczyniowe i części sitkowe są oddzielone od siebie z boku warstwą komórek miękkiszowych tkanki zasadniczej. Części sitkowe można rozpoznać po białych błyszczących błonach komórek; składają się one z kilku rurek sitkowych i komórek towarzyszących, których na przekrojach poprzecznych zresztą nie można z całkowitą pewnością odróżnić od rurek sitkowych. Części naczyniowe i sitkowe oddzielone są od śródskórni pojedynczą warstwą komórek, t. zw. omiażdżem, pericyklem (dawniej pericambium zwany) (*p*). W stężonym kwasie siarczanym cały przekrój poprzecz-



ny rozpuszcza się, z wyjątkiem skórki, zwanej również epiblemą, przylegającej do niej warstwy komórek poza tem śródskórni, naczyń i cewek. Zgrubienia tych ostatnich bardzo ładnie zabarwiły się na żółto. Śródskórnię, rozkładającą się wprawdzie częściowo pod działaniem kwasu siarczanego, wyraźnie pokazuje środkowe pasmo na swych ścianach promienistych; jest ono pofałdowane i przypomina w ten sposób zgrubienia drabinkowate. Również w najbardziej zewnętrznej warstwie kory graniczącej ze skórką możemy zauważyć toż samo zjawisko i możemy się przekonać, że w preparatach nieuszkodzonych i tam ściany promieniste rzucają czarny cień. Komórki odpowiednio są również ściśle ze sobą połączone i tworzą w ten sposób coś w rodzaju zewnętrznej śródskórni, zwanej również ekzodermą<sup>1)</sup>). Błony ich są skorkowaciałe i pod działaniem chlorku cynku z jodem przyjmują brunatne żółte zabarwienie, gdy błony pierwotnych komórek kory dochodzącej aż do śródskórni dzięki zawartości błonnika, wyglądają fioletowo. We floroglucynie z kwasem solnym, podobnie jak komórki kory pierwotnej, pozostają niezabarwione. — Na przekroju podłużnym widzimy naczynia i cewki ze wszystkimi ich zgrubieniami; błękitem anilinowym bardzo łatwo można uwydatnić sitka rurek sitkowych, barwiące się łatwo na kolor niebiesko-błękitny. Od rurek sitkowych należy teraz odróżniać po ich obfitszej treści i mniejszej długości komórki towarzyszące. Za fałdowanie środkowego pasma błon promienistych w śródskórni rozpatrywane z powierzchni wygląda prawie tak, jak zgrubienie drabinkowate.



Rys. 62. Przekrój poprzeczny przez korzeń tataraku. *m*—rdzeń, *s*—naczynia, *v*—rurki sitkowe, *p*—omiażdże, *e*—śródskórnia. Pow. 90 razy.

Do dalszego zorientowania posłużmy nam korzeń tataraku (*Acorus Calamus*). Na przekroju poprzecznym przez wyrosnięty kawałek korzenia (rys. 62) widać, że tutaj części drzewne (*s*) nie stykają się wewnątrz walca wiązek przewodzących; są one raczej ułożone dookoła pierścienia w ilości 8, a środek tego pierścienia wypełniony jest tkanką rdzenia. Podobnie jak u cebuli i tutaj szerokie naczynia znajdują się pośrodku a wąskie cewki zwrócone do obwodu. Również części sitkowe (*v*) są ułożone naprzemianlegle z częściami drzewnymi. Oba elementy oddzielone są z boku jedno od drugiego pojedynczą albo podwójną warstwą miękiszowych komórek tkanki zasadniczej i oddzielone nazewnątrż

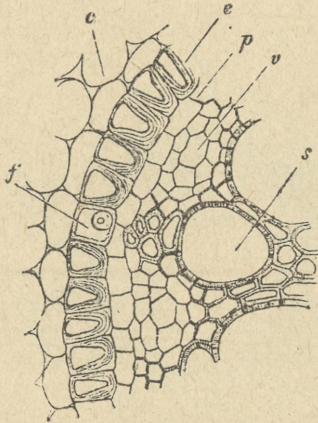
<sup>1)</sup> Por. K. Kroemer: Bibliotheca Botanica. Zeszyt 59. 1903, str. 32.



od śródskórni (*e*) prostym jednowarstwowym omiażdżem (*p*). Śródskórnia składa się z płaskich, cienkościennych komórek. Śródskórnia, omiażdże i wszystkie pozostałe tkanki zasadnicze w walcu wiązek przeprowadzających są przeważnie mocno wypełnione mączką; z tego względu części sitkowe pozbawione mączki występują szczególnie jasno. Komórki kory wewnętrznej w pojedynczych warstwach przedzielone są licznymi kanałami powietrznymi. Na obwodzie komórki kory łączą się w jedną zwartą tkankę, złożoną z wielu warstw komórkowych. Najbardziej zewnętrzna znajdująca się pod skórką warstwa kory składa się z promienisto wydłużonych komórek i tworzy tutaj podobnie jak w innych korzeniach ekzodermę, która pozostaje, gdy skórka zamiera i ulega zniszczeniu. Komórki ekzodermi zawierają żywicę. Zgrubiałe pasmo na

promienistych ścianach w śródskórni zamyka ściśle walec środkowy korzenia i oddziela go od międzykomórkowych przestrzeni kory.

Przekrój przez korzeń kosaćca (*Iris florentina*) wykazuje jak największą zgodność w walcu osiowym wiązek przeprowadzających u tataraku, śródskórnia zbudowana jest jednak inaczej (rys. 63). Komórki tej śródskórni (*e*) są jednostronne, mianowicie na stronie zwróconej w kierunku wnętrza korzenia zgrubiałe w postaci litery U; części zgrubiałe pięknie uwarstwione. W poszczególnych miejscach występują komórki niezgrubiałe; można stwierdzić, że o ile komórka taka istnieje (*s*), to zawsze leży przed promieniem naczynia. Komórki te nazywamy komórkami przepuszczającymi; są one przepuszczalne i utrzymują połączenie z otaczającą korą (*c*). W stężonym kwasie siarczanym warstwy zgrubienia śródskórni pęcznieją i roz-



Rys. 63. Część przekroju poprzecznego przez korzeń kosaćca. *e*—śródskórnia. *p*—omiażdże, *f*—komórki przepuszczające, *v*—sitka, *s*—naczynie w części naczyniowej. *c*—kora. Pow. 240 r.

puszczają się, a pozostają tylko pozornie zdrzewniałe blaszki środkowe, tworzące delikatną powłokę dookoła komórek śródskórni, jak również dookoła komórek przepuszczających. W ten sposób nie ulegają również rozpuczeniu blaszki środkowe między naczyniami i rdzeniem i tworzą delikatną brunatno-żółtą siatkę. - Styczny przekrój podłużny sięgający śródskórni, poucza nas, że pasmo podłużne śródskórni leżące przed częścią drzewną naprzemianlegle składa się z długich zgrubiałych i krótkich niezgrubiałych bogatych w treść komórek przepuszczających. Tu i owdzie następują po sobie również dwie krótkie komórki przepuszczające.

Te rośliny, które w pniu posiadają przyrost wtórny, wykazują go również w korzeniu. U nagonasiennych i dwuliściennych wraz z rozpoczynającym się wzrostem na grubość powstaje najpierw miazga na we-



wewnętrznej stronie części sitkowej. Stąd rozchodzi się na boki nazewnątrz przez miękisz, aby wkońcu zamknąć się przed częściami drzewnymi i w ten sposób utworzyć pierścień zgrubienia. Miazga początkowo więc wyznacza linię falistą, która następnie zaokrąglą się, gdy przez jakiś czas następowało wytwarzanie drewna nawewnątrz i łyka nazewnątrz. W korzeniach roślin jednoliściennych, posiadających wtórny przyrost na grubość, np. u draceny pierścień miazgi powstaje w warstwie kory graniczącej ze śródskórnią. Znajdujemy tam podobne stosunki, jak w pniu (porównaj str. 79). Jako przedmiot do badań dla pierwszego rodzaju przyrostu korzenia można polecić cis (*Taxus baccata*), dla drugiego rodzaju gatunek Draceny.

## ROZDZIAŁ XIII.

Wiązki przeprowadzające u roślin skrytokwiatowych.

### Materiał do badań:

Latem względnie zimą: młode ogonki liściowe i młode korzeniaki z *Pteridium aquilinum* świeże albo w alkoholu. Części pędu z *Lycopodium complanatum* albo z innego gatunku *Lycopodium* świeże lub w alkoholu.

### Odczynniki. Barwniki:

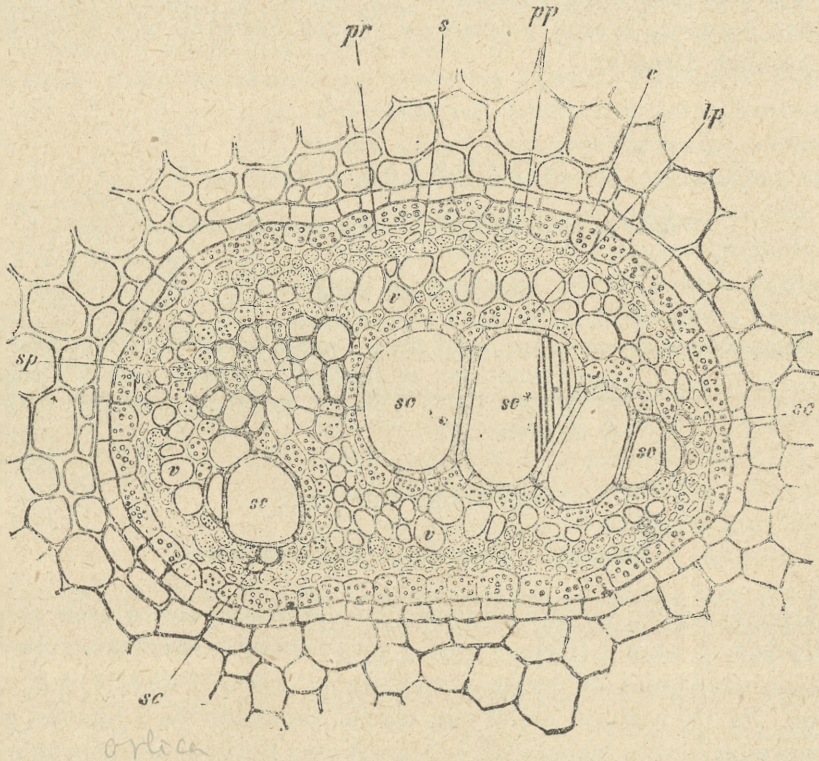
Gliceryna. — Safranina. — Błękit anilinowy.

Zapoznamy się teraz z budową „koncentrycznych” wiązek przeprowadzających w pniu i liściach roślin naczyniowych skrytokwiatowych.

Jako przedmiot do badania wybieramy orlicę (*Pteridium aquilinum*). Na tej roślinie najłatwiej można zapoznać się z budową wiązek przeprowadzających, jakkolwiek orlica wskutek licznych włókien twardzieli w tkance zasadniczej jest trudna do krajania. Skrawki udają się najlepiej przez kłącze tuż poniżej jego punktu vegetacyjnego, albo przez ogonek młodych jeszcze liści. Na takich skrawkach znajdujemy już wiązkę przeprowadzającą rozwiniętą, natomiast brak jeszcze charakterystycznych zgrubień tkanki zasadniczej. Budowa wiązki przeprowadzającej w kłączu podobna jest do budowy w ogonku liściowym. Rys. 64, zrobiony z preparatu wykrojonego u podstawy ogonka liściowego, posłuży nam do zorientowania się. Wprawdzie ze względu na rozmiary trzeba było wybrać małą wiązkę przeprowadzającą, jednakże w budowie jej z łatwością dadzą się przedstawić na rysunku wszystkie odnośne elementy. Przedewszystkiem rzucają się w oczy wielkie naczynia drabinkowate z jamkami obwódkowanymi (*sc*). W większej części graniczą one bezpośrednio z sobą i otoczone są wspólnie komórkami miękiszu drzewnego (*lp*), zawierającego mączkę.



W jednym miejscu odrysowanej wiązki naczyniowej, a zapewne w wielu miejscach większych wiązek znajdują się mniej lub więcej zdeorganizowane pierwociny drzewne (*sp*). Z miękiszem drzewnym graniczą ułożone dookoła rurki sitkowe (*v*) o szerokim świetle. Po nich następują komórki miękiszu łykowego, zawierającego białko (*s*), otoczone częściowo napęczniałymi pierwocinami łyka (*pr*). Wszystkie te tkanki otoczone są jedną a miejscami wielu warstwami komórek, zawierających mączkę (*pp*), które w kierunku promienistym wydają się być cokolwiek wydłużone. Po nich



Rys. 64. Przekrój poprzeczny przez wiązkę przewodzącą z ogonka liściowego *Pteridium aquilinum*. *se*—naczynia drabinkowate, *sc*—w naczyniu drabinkowatym *sc\**—kawałek ściany drabinkowato podziurawionej, *sp*—pierwociny drzewna, *lp*—miękisz drzewny, *v*—rurki sitkowe, *s*—miękisz łykowy, *pr*—pierwociny drzewna, *pp*—warstwa mączkonośna, *e*—śródkórnia, *g*—zgrubiałe komórki tkanki zasadniczej. Pow. 240 razy.

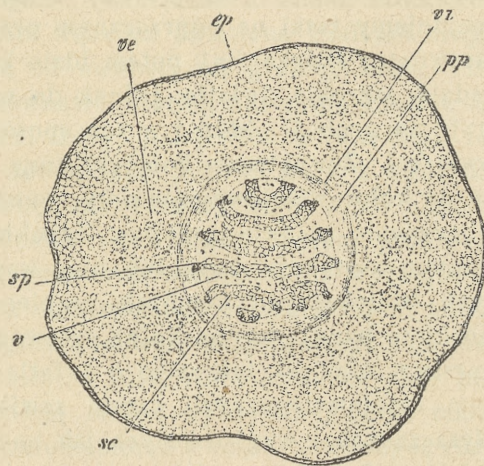
następuje śródkórnia, uboga w treść, płaskokomórkowa posiadająca czarne cienie z pasków Caspari'ego na ścianach promienistych (*e*). Warstwa mączkonośna i śródkórnia są jednakowego pochodzenia; powstają one przez podział sąsiedniej warstwy komórek tkanki zasadniczej. Bardzo często skrawek trafia na drabinkowato przerwana błonę rozdzielającą naczynia, która wówczas wygląda jak to przedstawione na naszym rysunku (przy *sc*). Bardzo często przy krajanii błony komórek śródkórni rozrywają



się, przez co wiązka przewodząca zostaje oddzielona od otaczającej tkanki zasadniczej. Komórki tej tkanki zasadniczej graniczące ze śródskórnią miejscami są silnie zgrubiałe (przy *g*) i wówczas zabarwione brunatno-żółto. Na przekroju poprzecznym przez kłęczę pod mocno brunatną skórką widać zbrunatniałą tkankę mięksiszową, która dalej wewnątrz jest bezbarwna i obfituje w mączkę. Ta tkanka zasadnicza obfitująca w mączkę jest poprzerzynana wiązkami przewodzącymi i czerwono-brunatnymi włóknami twardej. Te ostatnią tworzą między wiązkami przewodzącymi płyty przebiegające mniej lub więcej równoległe do nich. Wiązki przewodzące, leżące obwodowo na swej stronie wewnętrznej w bezpośredniej styczności z śródskórnią, wsparte są również takimi włóknami twardej.

—Wewnątrz ogonka liściowego stosunki są podobne; mamy tu jeszcze podskórkowy pierścień czerwono-brunatnych włókien twardej przylegający do skórki. — Przekrój podłużny przez kłęczę albo ogonek liściowy uwydatnia nam przedewszystkiem szerokie naczynia drabinkowate. Ich płaszczyzny końcowe są silnie nachylone drabinkowato z jamkami obwódkowanymi częściowo przerwane. Na ścianach bocznych, rozdzielających dwa naczynia, łatwo można teraz stwierdzić, że poprzecznie wyciągnięte jamki są dwustronnie obwódkowane i posiadają błonę zamykającą. Na błonie naczynia graniczącej z komórką miększu drzewnego jamka jest jednostronna i mianowicie rozwinięta od

strony naczyniowej. Przekrój podłużny natrafił przeważnie na jedną albo na drugą cewkę pierścieniową, można również na nim wykryć rurki sitkowe, jednak przy bardzo starannem zbadaniu. Przy pomocy błękitu anilinowego możemy uwidocznić sitka cokolwiek wyraźniej i stwierdzić, że na końcach poszczególnych członów rurki sitkowej są silnie nachylone i przez listwy zgrubieniowe podzielone na liczne pola sitek. Poza tem ściany boczne rurek sitkowych posiadają jeszcze okrągłe pola sitowe. Obok rurek sitkowych można rozpoznać komórki miększu łykowego bogate w białko obok naczyń komórki miększu drzewnego względnie krótkie, zawierające mączkę. W sposób podobny ukształtowane są również komórki obwodowej warstwy mączkonośnej. Włókna twardej tkanki za-



Rys. 65. Przekrój poprzeczny przez łodygę widłaka (*Lycopodium complanatum*). *ep*—skórka, *ve*—zewnętrzna pochwa korowa, *vi*—wewnętrzna pochwa korowa, *pp*—wewnętrzne warstwy korowe, *sc*—naczynia drabinkowate, *sp*—naczynia pierścieniowate śrubowate, *v*—rurki sitkowe. Pow. 26 r.



sadniczej czerwono-brunatne długie i zaostrome, posiadają na swych błonach delikatne otworki.

Bardzo skomplikowaną budowę spotykamy w osiowym walcu środkowym u gatunku widłaka (*Lycopodium*). Jednakże zrozumienie tej budowy nie będzie dla nas zbyt trudne, kiedyśmy poznali ośrodkowe wiązki przeprowadzające paproci. W rzeczywistości u widłaka mamy złączenie licznych podobnie jak u paproci zbudowanych ośrodkowych wiązek przeprowadzających w jedną osiową wiązkę. Do badania wybierzemy *Lycopodium complanatum*; z równym powodzeniem możemy jednak użyć i inny gatunek widłaka. U wszystkich bowiem gatunków widłaka z nieznacznymi zmianami spotykamy podobne stosunki. Zadanie ułatwiamy sobie odrazu, zabarwiając skrawki poprzeczne wodnym roztworem safraniny. Do zorientowania służy załączony szkic (rys. 65). Znajdujemy tutaj na poprzecznym przekroju z *Lycopodium complanatum* nazewnątrż skórkę (*ep*); potem idzie kora, które komórki początkowo posiadają szerokie światło, jednak do wnętrza tracą na szerokości, a zyskują na grubości błon i w ten sposób tworzą zwartą pochwę twardzielową (*ve*). Zewnętrzne komórki kory przy pomocy safraniny zabarwiły się na kolor wiśniowo-czerwony, wewnętrzne bardziej zgrubiałe przyjęły zabarwienie różowo-czerwone. Zgrubiałe elementy kory kończą się nagle i potem następuje dwie lub trzy warstwy stycznie cokolwiek wydłużonych wielokątnych komórek przylegających do siebie bez przerw; komórki te barwią się na kolor czerwono-wiśniowy (*vi*). Dalej mamy liczne warstwy komórek tak samo o świetle szerokim na przekroju poprzecznym izodjametrycznych często zawierających mączkę o błonach białobłyszczących i wyglądających jak napęczniałe (*pp*). Błony te po krótkim działaniu barwnika nie barwią się, jednakże po dłuższem działaniu przybierają czerwono-pomarańczowe zabarwienie; tworzą one najbardziej wewnętrzną warstwę kory. Następnie rzucają się nam w oczy smugi drzewne zabarwione na kolor pięknie czerwono-wiśniowy. Składają się one z naczyń drabinkowatych bezpośrednio do siebie przylegających, szerokich (*sp*), a na wąskich krawędziach posiadają pierwociny drewna (*sp*) o wąskim świetle. Widłaki nie posiadają naczyń właściwych o przedziurawionych błonach poprzecznych; jeżeli jednak smugi utworzone z tych elementów nazywamy częścią drzewną, to tylko dlatego, aby podkreślić równowartościowość z częścią naczyniową innych roślin naczyniowych. Wiązki drzewne u *Lycopodium complanatum* wewnątrz walca osiowego zorientowane są poprzecznie i biegną mniej lub więcej równoległe do siebie. Są one z jednej strony cokolwiek wypukłe, a z drugiej odpowiednio wklęsnięte i można stwierdzić, jeżeli uwzględnimy naturalne położenie łodygi pełzającej po ziemi, że pasy te leżą równoległe do powierzchni ziemi i stroną wypukłą zwrócone są do góry. Małe wiązki przeprowadzające liścia z chwilą wejścia do walca osiowego przylegają do krawędzi warstw drzewnych. Warstwy drzewne niejednokrotnie



wysuwają wypustki (anastozomy), jak to widać naprzykład na dolnym pasku załączonego rysunku.—W łądygach ustawionych prosto u widłaka (*Lycopodium Selago*) części drzewne stykają się w środku walca osiowego i tworzą gwiazdę.—Części drzewne otoczone są pojedynczą warstwą cienkościennych komórek o wąskim świetle, które, podobnie jak u paproci, nazywamy komórkami miękiszu drzewnego. W środku pomiędzy pasami, utworzonymi przez części drzewne, znajdują się komórki o białych błonach silnie łamiących światło. Posiadają one wąskie światło; tylko szereg środkowy wyróżnia się cokolwiek większą średnicą. Tworzą one część sitkową; najszersze elementy w nich są to rurki sitkowe (*v*). Przy szczególnie korzystnym zabarwieniu safraniną błony rurek sitkowych barwią się czerwono-różowo, gdy pozostałe elementy części sitkowej pozostają bezbarwne. Na brzegach tych pasm z rurek sitkowych pierwociny łyka wyróżniają się swym wąskim światłem. Podczas krajania walec osiowy łatwo oddziela się od wewnętrznej granicy kory.— Na przekroju podłużnym widzimy: nazewnątrz skórkę, następnie skośnie do niej przebiegające szerokie komórki kory; dalej włókna twardzieli zewnętrznej pochwy korowej; dalej wewnętrzna pochwa kory z wydłużonych komórek miękiszowych; wewnętrzne warstwy kory z ich białymi grubszymi błonami podłużnymi i skośnie ustawionymi błonami poprzecznymi; cewki drabinkowate i wąskie, częściowo bardzo silnie wyciągnięte cewki pierścieniowe i śrubowate; wkońcu również elementy części sitkowej. Składają się one z bardzo długich komórek, przylegających do siebie mniej lub więcej skośnymi ścianami, i tutaj również nawet przy pomocy błękitu anilinowego z trudnością można wykryć względnie małe, skośnie ustawione sitka. Tylko szerokie komórki w części sitkowej są rurkami sitkowymi; bardziej liczne wąskie wypełnione błyszcząco ziarnistą treścią komórki stanowią miękisz łykowy, zawierający białko.

## ROZDZIAŁ XIV.

Periderma. Korek. Przetchlinki. Reakcje na korek.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: zielone jeszcze, jak również szare i brunatne gałązki bzu czarnego (*Sambucus nigra*) świeże, względnie w alkoholu. — Kawałki starszych gałązek z *Ribes rubrum*.

### Odczynniki. Barwniki:

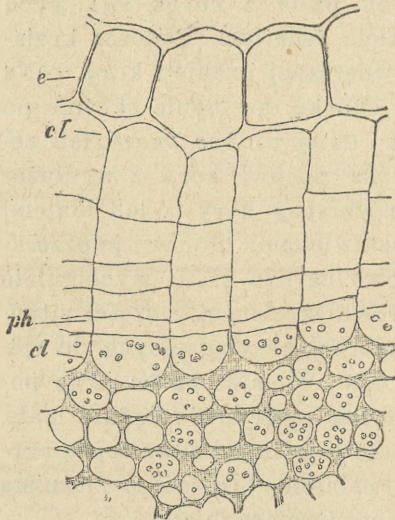
Świeżo przygotowany stężony roztwór alkoholowy chlorofilu. — Roztwór chlorku cynku z jodem. — Alkana. — Gliceryna sudanowa. — Stężony ług potasowy. — Chloran potasu i kwas siarczany.

Na rozmaitych przedmiotach mieliśmy już sposobność zapoznania się z zaczątkami i budową korka; jednakże zwrócimy się jeszcze raz do



tego przedmiotu, aby zaznajomić się z jednej strony z przetchlinkami, a z drugiej strony z budową błony w komórkach korka i z jej reakcjami.

Na poprzecznym przekroju przez zielone gałązki bzu czarnego (*Sambucus nigra*) widzimy wiązki przeprowadzające, ułożone wieńcem dookoła szerokiego wielkokomórkowego rdzenia i połączone miazgą międzywiązkową. Pierścień miazgi rozpoczął już swoją działalność i wytwarza tak w wiązkach, jak między wiązkami wtórne drewno i wtórne łyko. Pierwotne części sitkowe nazewnierz są wsparte są włóknami twardej. Szerokość kory sięga do 10—15 komórek. Wystające krawędzie łodygi posiadają silną podskórną warstwę zwarcicy, zredukowaną w brózdach do 2—3 warstw komórek. Warstwa zwarcicy pod szparkami oddechowymi przerwana jest zielonym mięszkiem korowym, sięgającym aż do skórki. W częściach pędów, które na powierzchni stają się szare, rozpoczyna się wytwarzanie warstwy korkowej, a mianowicie przez styczne podziały najbardziej zewnętrznych komórek zwarcicy, graniczących bezpośrednio ze skórka. Komórka zewnętrzna obu komórek siostrzanych, powstałych w ten sposób, dzieli się jeszcze raz, a środkowa tych trzech komórek działa dalej jako komórka miazgi korkotwórczej. Łatwo ją można rozpoznać nawet wówczas, kiedy periderma stała się wielowarstwową (rys. 66 *ph*). W każdym szeregu najbardziej nazewnierz leży zewnętrzna komórka zwarcicy, a najbardziej wewnątrz—

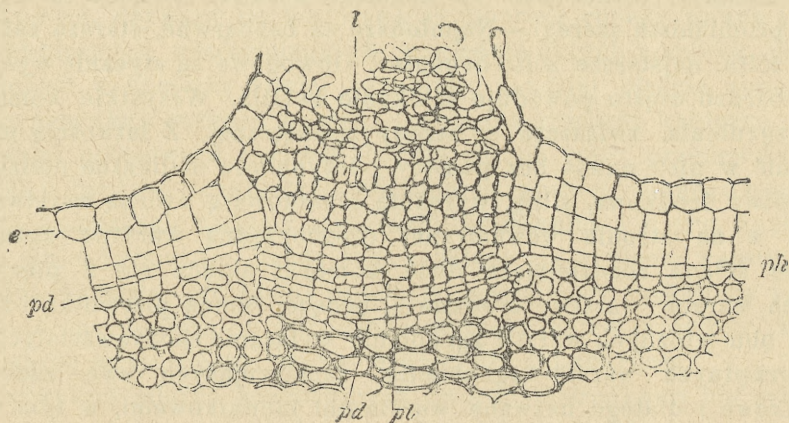


Rys. 66. Przekrój poprzeczny przez warstwę z powierzchni gałązki *Sambucus nigra*. *e*—skórka, *ph*—miazga korkotwórcza, *cl* i *cl*—górną i dolną część pierwotnej komórki zwarcicy. Pow. 240 r.

wewnętrzna część pierwotnej komórki zwarcicy (*cl*). Płaska komórka granicząca nazewnierz z częścią wewnętrzną, jest komórką miazgi korkotwórczej. Początkowo miazga korkotwórcza wytwarza nazewnierz tylko komórki korkowe; jednakże prędko, wprawdzie bardzo skąpo, rozpoczyna wytwarzać komórki do wewnątrz, które zawierają ziarna chlorofilowe i przyczyniają się do wzmocnienia kory, rozciągniętej wtórnym przyrostem pnia. Kora taka, wytworzona działalnością miazgi korkotwórczej, nazywa się korą korkową, albo phellodermą. Wszystkie utwory, wytwarzane działalnością miazgi korkotwórczej, obejmujemy nazwą peridermy.—Zresztą wytwarzanie ciągłej warstwy korkowej poprzedza inny proces, który łatwo możemy wysledzić na szczęśliwie wykonanych skrawkach poprzecznych. Pod szparkami oddechowymi pierwotne komórki kory, otaczające komorę oddechową, zaczynają się dzielić; podziały przenoszą się na sąsiadujące komórki zwarcicy. Wkrótce



pod szparką oddechową wytwarza się warstwa soczewkowatego kształtu, złożona z dzielących się komórek (rys. 67 (*pl*)); jest to warstwa odmładzająca, która nazewnątrz wytwarza bezbarwne zaokrąglające się komórki (*l*), nawewnątrz komórki kory korkowej. Zewnętrzne komórki zostały nazwane komórkami wypełniającymi (*l*). Komórki te brunatnieją, nie są jednak skorkowaciałe i zwiększając się liczebnie, wywierają takie ciśnienie na skórę, że pęka ona szparkowato. W taki sposób powstaje przetchlinka. Jeżeli rozpatrujemy gałązkę gołym okiem, wówczas przetchlinki wyglądają jak brózdy, otoczone dwoma wargowatymi występami. Brunatna barwa komórek wypełniających rzuca się szczególnie w oczy. Na młodych częściach pędu przetchlinki wyglądają jak podługowate okrągłe, cokolwiek wypukłone plamy. Jeszcze młodsze stadja wyróżniają się cokolwiek jaśniejszą barwą. Skrawek musi być poprowadzony przez te



Rys. 67. Przekrój poprzeczny przez przetchlinkę *Sambucus nigra*. *e*—skórka, *ph*—miazga korkotwórcza, *l*—komórki wypełniające, *pl*—miazga korkotwórcza przetchlinki, *pd*—kora korkowa. Pow. 90 razy.

miejsca, aby otrzymać najmłodsze stadja rozwoju. Dopiero po rozerwaniu skórki w sąsiadujących komórkach zwarency następują podziały, prowadzące do wytwarzania peridermy.—Komórki wypełniające przetchlinek są od siebie oddzielone; w miarę tego jak z zewnątrz podlegają niszczeniu, zostają na nowo wytwarzane przez miazgę. Przestrzenie między komórkami wypełniającymi są wypełnione powietrzem; przez nie przestrzenie międzykomórkowe wewnętrznej tkanki pnia mają połączenie z otaczającym powietrzem. Na starszych więc częściach roślin pokrywających się korkiem przetchlinki zastępują szparki oddechowe. Na zimę zostają wytwarzane bardziej gęste i odporniejsze warstwy komórek wypełniających. U *Sambucus nigra* niema właściwej warstwy zamykającej, wytworzonej ze ściśle przylegających do siebie komórek; spotykamy je u wielu innych roślin, jak również t. zw. warstwy pośrednie, które, od-



powiadając budową warstwie zamykającej, czasowo wchodzą w ciąg okresu wegetacyjnego między komórki wypełniające. Komórki tych warstw zamykających i pośrednich są skorkowaciałe; ponieważ jednak między niemi istnieją promieniście przebiegające przestrzenie międzykomórkowe, niema więc zupełnego zamknięcia<sup>1)</sup>. Na starszych częściach pnia bzu periderma posiada szpary podłużne. Szpary te przechodzą przez przetchlinki, nie uszkadzając ich.—Przetchlinki zachowują nawet na starych częściach pnia, gdy znajdujące się między niemi zewnętrzne warstwy peridermy odpadają.

Wskazane jest również zbadanie komórek korkowych złotego deszczu (*Laburnum vulgare*), ponieważ wyróżniają się one mocnemi zgrubieniami swych błon. Na przekrojach kory ze starszych części pnia można stwierdzić, że periderma jest utworzona tylko z jednego rodzaju takich komórek korkowych. Te komórki korkowe ułożone są w prawidłowe promieniste szeregi.—Najmłodsze są bezbarwne, starsze zabarwione na żółto, najstarsze żółto-brunatne. Obwodowe są stycznie wyciągnięte, co bardzo często powoduje zanikanie światła. Wszystkie komórki są silnie zgrubiałe, zwłaszcza ze strony zewnętrznej. Z łatwością możemy wyróżnić w nich nawet bez pomocy odczynników delikatne oddzielające je warstwy środkowe, silną, wyraźnie blaszkowatą wtórną warstwę zgrubienia, a na stronie wewnętrznej trzeciorzędą warstwę zgrubienia. A więc ściana rozdzielająca dwie komórki składa się z pięciu rozmaitych warstw: warstwy środkowej, będącej ścianą pierwotną i zdrzewniałej; obu wtórnych warstw zgrubienia wyłącznie skorkowaciałych i obu trzeciorzędnych warstw zgrubienia, zachowujących swe właściwości błonnikowe i dlatego nazwane warstwami błonnikowemi, w tym wypadku są jednak cokolwiek zgrubiałe. Przy pomocy świeżo przygotowanego możliwie stężonego roztworu chlorofilu<sup>2)</sup>, którym w ciemności przez dłuższy czas działamy na skrawki<sup>3)</sup>, barwią się skorkowaciałe blaszki błony i naskórka na kolor mocno zielony, gdy błony zgrubiałe i błony z cellulozy pozostają bezbarwne. Zabarwienie to wskazuje na obecność ciał tłuszczowych w błonach skorkowaciałych i skutynizowanych. Również więc i błony skorkowaciałe, podobnie jak ciała tłuszczowe, chociaż słabiej, pochłaniają barwnik z roztworu alkanny w 50% alkoholu, dalej glicerynę-sudanową sudan (III rozpuścić 0,01 g. w 5 cm. 96% alkoholu i dodać 5 cm. gliceryny)<sup>3)</sup>. Roztworem chlorku cynku z jodem komórki korkowe barwią się na żółto i żółto-brunatno, młodsze ciemniej niż starsze. Pod działaniem ługu potasowego komórki korkowe stają się żółte.

Skorkowaciałe blaszki ściany komórkowej, jak również naskórka rozkładają się, gdy je ogrzewamy w stężonym ługu potasowym. Powstają

1) H. Klebahn: Jen Zeitschr. f. Naturwiss. Tom XVII, 1884, str. 537.

2) Por. C. Correns: Sitzber. K. Akad. Wirss, Wien, Tom XCVII, 1888, str. 658.

Uwaga 1. także A. Zimmermann: Bot. Mikrotechnik, 1892, str. 149.

3) Według K. Kromera: Bibliotheca Botanica, zeszyt 59, 1903, str. 9.



wówczas kuleczki i masy ziarniste żółto zabarwione. Ogrzewając je w chlorku potasu i kwasie azotowym, skorkowaciałe blaszki i naskórek dają reakcję kwasu cerinowego: zamieniają się w kuleczki, topniejące przy 30°—40° i rozpuszczające się w gotującym się alkoholu, eterze, benzolu, chloroformie i rozcieńczonym ługu potasowym. W zwykłej temperaturze ściany skorkowaciałe i naskórek opierają się energicznie działaniu stężonego kwasu chromowego. Również stężony kwas siarczany nie wywiera na nie dostrzegalnego wpływu. Chlorek cynku z jodem albo jod z jodkiem potasu barwią się żółto albo brunatno.

Po długotrwałym działaniu rozcieńczonego ługu potasowego również i blaszki suberynowe barwią się chlorkiem cynku z jodem na niebieskofioletowo, jednakże zabarwienie to nie jest spowodowane obecnością błonnika, ale raczej kwasu fenolowego. Blaszkom suberynowym, zdaje się także i naskórkowi, brak podkładu węglowodanowego<sup>1)</sup>.

Korek, używany do butelek (z *Quercus ruber*), składa się prawie z kubicznych, cienkościennych, względnie dużych komórek, przechodząc powoli w komórki silniej zgrubiałe, bardziej płaskie, oznaczające granicę produkcji rocznej, poczem znowu idą komórki kubiczne. Po dodaniu ługu potasowego skrawki barwią się na żółto, przedewszystkiem komórki o bardziej zgrubiałych ścianach na granicy rocznego przyrostu. Na tych komórkach możemy stwierdzić, że również i w tym korku, podobnie jak w *Laburnum*, każda ściana składa się z pięciu warstw. Trzeciorzędna warstwa zgrubienia nie daje początkowo reakcji na błonnik; występuje ona dopiero po odpowiednim traktowaniu skrawków. Reakcja na suberynę udaje się tu jeszcze łatwiej, niż z *Laburnum*.

Zazwyczaj miazga korkotwórcza tworzy odśrodkowo nie tylko komórki korkowe, ale także dośrodkowo komórki kory (*phelloderma*). W porównaniu z korkiem ilość wytworzonej kory jest znacznie mniejsza, choć nieraz kora ta może się bujnie wykształcić, np. u gatunków *Ribes*.

Zróbmy przekroje poprzeczne przez starsze części pnia z *Ribes rubrum*; wówczas pod cienkościenną brunatną warstwą korka znajdziemy najpierw miazgę korkotwórczą, następnie cienką warstwę płaskich komórek kory, zawierających chlorofil. Komórki te również są ułożone w szeregi promieniste, przechodzące w szeregi komórek w korku. W wewnętrznych częściach *phellodermy* wskutek późniejszego rozciągania tracą się promieniste ułożenie. Najbardziej wewnętrzne komórki *phellodermy* przylegają do zwarcicy w korze. Wszystkie twory powstałe z miazgi korkotwórczej, jakśmy zauważyli już u bzu, objęto mianem *peridermy*; *periderma* u *Ribes* utworzona jest z korka i kory korkowej.—Ciekawe jest również wykonanie skrawków poprzecznych z części pnia *Ribes rubrum* z ostatniego roku, gdzie wytwarzanie korka dopiero co się zaczęło. Można zobaczyć pierwsze początki powstawania *phellodermy*

<sup>1)</sup> A. Meyer: *Erstes mikrosk. Praktik.* 3 wyd., 1915, str. 41, 43.



i jednocześnie stwierdzić, że u wymienionej rośliny miazga korkotwórcza zawiązuje się w korze względnie głęboko. Tkanka, znajdująca się nazewnątrz z odciętą warstwą korka od dopływu soku zamiera, brunatnieje i odpada jako tak zw. martwica.

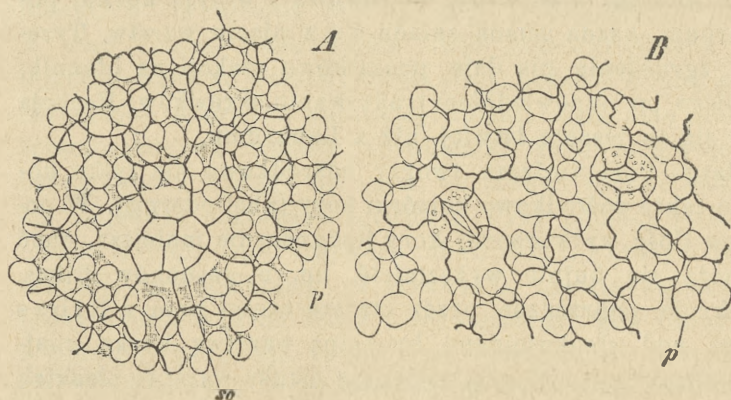
## ROZDZIAŁ XV.

Budowa liści i płatków kwiatowych. Zakończenie wiązek przewodzących.

### Materiał do badań:

- Latem: świeże liście z ruty (*Ruta graveolens*), względnie z bzu (*Syringa vulgaris*) albo z ciemiernika (*Helleborus*). — Płatki kwiatowe z dziewanny (*Verbascum nigrum*) i maku (*Papaver Rhoeas*) świeże.
- Zimą: też same rośliny oprócz bzu. — Wymienione płatki kwiatowe w alkoholu.

Spróbujemy teraz na całym szeregu przykładów zapoznać się z budową liści. Zwrócimy się przedewszystkiem do liści i zwłaszcza do tych form, które wykazują możliwie najdalej posunięte zróżniczkowanie. Jako pierwszy przykład posłuży nam ruta ogrodowa (*Ruta graveolens*), której liście przeważnie nawet w ciągu zimy zachowują swą świeżość.



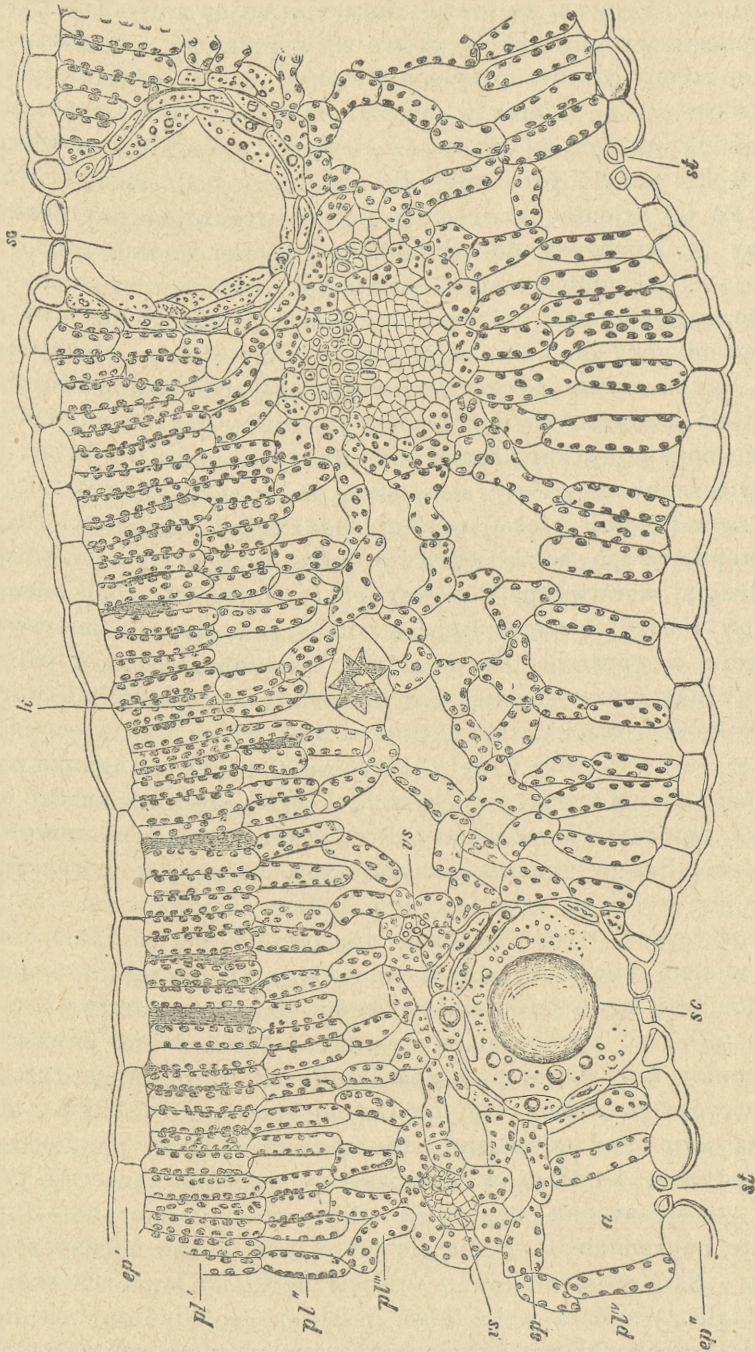
Rys. 68. Skórka i przylegająca tkanka z liścia *Ruta graveolens*. *A* — skórka z górnej powierzchni, *sc* — komórki skórki nad zbiornikiem żywicznym, *p* — miękisz palisadowy; *B* — skórka z dolnej strony liścia, *p* — palisadowato wykształcony miękisz gąbczasty, w *A* — przestwory międzykomórkowe wypełnione powietrzem cieniowane, w *B* — pozostawione na jasno. Pow. 240 razy.

Liście tej rośliny są podwójnie ząbkowane, listeczki odwrotnie jajowate. Listeczki te rozpatrywane pod światło wykazują jasne punkty; są to zbiorniki wydzielin wypełnione olejem eterycznym; gruczoły wewnętrzne w tkance liścia. Z początku rozpatrujemy przede wszystkim wy-

gląd powierzchni skórki i stwierdzamy, że strona górna (rys. 68 *a*) wogóle nie zawiera wcale szparek oddechowych, albo tylko nieliczne; przeciwnie, bardzo licznie występują one na dolnej stronie (*B*). Podługowate, wypełnione powietrzem rowki prowadzą do szpary. Jak to możemy stwierdzić na skórcie z dolnej albo górnej strony ponad zbiornikami wydzielin



znajdują się zazwyczaj cztery komórki, t. zw. komórki zakrywające (*A*, *sc*).  
Komórki te zajmują środek płaskiego wgłębienia. W grubszych miejscach



Rys. 69. Przekrój poprzeczny przez liść *Ruta graveolens*. *ep'* — skórka z górnej powierzchni, *ep''* — z dolnej powierzchni, *pl'* — miękisz palisadowy, *pl''* — miękisz gąbczasty, *k* — komórka zawierająca kryształ, *a* — jama oddechowa, *st* — szparki oddechowe.  
Pow. 240 razy.

skrawka, gdzie zbiorniki wydzielin nie zostały otwarte nożem, widzimy w nich silnie załamującą światło żółtą kropkę. Przy głębszym nastawieniu



można stwierdzić, że po skórcie z górnej strony idzie zielona tkanka, której komórki w optycznym przekroju poprzecznym wydają się być okrągłymi (*A, p*). Komórki te ledwo dotykają się swemi bokami, a otaczające je przestwory międzykomórkowe są wypełnione powietrzem. Do skórki dolnej strony również przylegają zielone, na przekroju optycznym okrągłe komórki (*B, p*), jednak w znacznie mniejszej ilości. Pozostawiają one między sobą szczególnie duże przestrzenie, wypełnione powietrzem i tworzą szerokie jamy oddechowe (*B*), zwłaszcza pod szparkami oddechowymi. — Po tej orientacji zwrócimy się do przekrojów poprzecznych; wykonywamy je wpoprzek do osi podłużnej listka według znanej nam już metody (str. 55), umieszczając listek między rdzeniem bżowym. Przekrój poprzeczny daje nam między obu skórkami tkankę liściową czyli mezofil; idąc od góry do dołu, najpierw widzimy skórkę górnej strony (rys. 69 *ep*), potem podwójną warstwę równoległych, prostopadle do powierzchni liścia ustawionych, wydłużonych i zawierających chlorofil komórek, które nazywamy komórkami miękiszu palisadowego. Już na przekroju z powierzchni mogliśmy stwierdzić, że komórki te z boku jedna od drugiej są mniej lub więcej zupełnie oddzielone; teraz stwierdzamy, że obie następujące po sobie warstwy ściśle łączą się swemi końcami. Elementy drugiej warstwy palisadowej (*pl*) są mniej liczne, niż elementy pierwszej (*pl*) i bardzo często łączą się dwie zewnętrzne komórki palisadowe z jedną wewnętrzną taką komórką. Po tych warstwach palisadowych idzie tkanka luźna, sięgająca aż do skórki dolnej strony i tworząca jakgdyby siatkę szerokich oczek; tkankę tę nazywamy miękiszem gąbczastym. Zawiera ona cokolwiek mniej ziarn chlorofilowych, niż tkanka palisadowa. Komórki górnej warstwy miękiszu gąbczastego (*sp*) są bardzo silnie złączone z wewnętrznymi komórkami palisadowymi i mianowicie przylegają one do większej liczby komórek palisadowych. Żadna z komórek palisadowych nie jest wolna na swym dolnym końcu; gdzie pozornie zdaje się, że tak jest, styczność tych komórek nie leży w płaszczyźnie obrazu. Również i w sieci miękiszu gąbczastego niema zakończeń swobodnych, wszystkie komórki łączą się swemi końcami. Najniższa warstwa miękiszu gąbczastego (*pl*) jest wydłużona w kierunku skórki dolnej powierzchni i trafia ją mniej lub więcej prostopadle. Przez to powstaje tutaj coś w rodzaju utworu pośredniego pomiędzy miękiszem gąbczastym i miękiszem palisadowym. Pod szparkami oddechowymi widzimy jamy oddechowe (*a*). Pojedyncze komórki w miękiszu gąbczastym zawierają gruzły kryształów ze szczawianu wapnia (*k*). Nie posiadają one chlorofilu, są beczułkowato nabrzmiąle i wydają się jakby zawieszane między zielonymi sąsiadami. Na brzegach listków zewnętrzne błony komórek skórki są silnie zgrubiałe. Warstwa palisadowa jest tam pojedyncza i na dolnej stronie liścia przechodzi w wydłużoną warstwę miękiszu gąbczastego (*pl*). Wiązki przeprowadzające leżą w miękiszu gąbczastym. Największa w nerwie środkowym listka sięga przeciwnie u góry prawie do wewnętrznej



warstwy palisadowej, na dole aż do najniższej położonej wydłużonej warstwy miękiszu gąbczastego. W wiązce przeprowadzającej rzucają się w oczy zwłaszcza ciemne naczynia i jaśniejsze części sitkowe. Promieniste ułożenie wewnętrznych elementów pozwala wnioskować o czasowej działalności miazgi. Dookoła wiązki przeprowadzającej znajduje się pochwa miękiszowa, której elementy zawierają już ziarna chlorofilowe. Do pochwy tej półkolem przylegają komórki miękiszu gąbczastego. Podobne stosunki wykazują mniejsze wiązki przeprowadzające, np. przedstawione na rysunku. Jeszcze mniejsze wiązki przeprowadzające (*ws*) zredukowane są do nielicznych naczyń i elementów sitek. Aż do końca są one otoczone pochwą wydłużonych komórek miękiszowych. Zbiorniki wydzielin (*sc*) przylegają do skórki górnej i dolnej strony. Są one kolisto zakreślone, wysłane warstwą cienkościennych mniej lub więcej zniszczonych komórek, poza którymi następuje warstwa płaskich komórek o ziarnistej treści i względnie silnych białych błonach. Do tych komórek przylega otaczająca tkanka liściowa, zawierająca chlorofil. Komórki skórki znajdujące się ponad zbiornikami wydzielin są niższe, niż przylegające. Lotny olejek daje się z łatwością usunąć przy pomocy alkoholu.—Przekroje z powierzchni u podstawy wspólnego ogonka liściowego wykazują, że tam komórki skórki są wydłużone i górna i dolna strona zawiera szparki oddechowe. Również znajdują się tam i zbiorniki z olejkami. Pod skórka widać warstwę rozciągniętych komórek, przypominających zwarecicę, dopiero potem idzie tkanka zawierająca chlorofil. Na przekroju poprzecznym widzimy, że skórka ogonka liściowego na swej stronie zewnętrznej jest bardziej zgrubiała. Za nią idzie wprost pojedyncza warstwa zgrubiałych komórek zwarecicy, której brak tylko pod szparkami oddechowymi. Dwie do trzech warstw palisadowo wydłużonych zielonych komórek na całym swym obwodzie są prawie jednakowo wykształcone, jednakże na stronie dolnej cokolwiek mniej gęsto skupione. Potem do środka idą początkowo zielone, następnie bezbarwne komórki, które stopniowo stają się coraz większe. W tym wewnętrznym cylindrze z bezbarwnych komórek bieżną wiązkę naczyniową, z których największa znajduje się na linii osiowej bliżej powierzchni dolnej, inne leżą wkoło obrócone częścią drzewną ku środkowi ogonka liściowego, przyczem z obu stron wielkość ich zmniejsza się. Większe z tych wiązek przeprowadzających są od wewnątrz opatrzone pasmami włókien sklerenchymatycznych. W tych wiążkach przeprowadzających widocznie dłużej trwała działalność miazgi i wytworzyła nawewnątrz wtórne drewno, nazewną wtórne cienkościenne łyko.

Jeżeli byśmy nie mieli do rozporządzenia ruty (*Ruta graveolens*), to jako przedmiot badania można byłoby polecić liście ciemiernika (*Heliborus*) albo bzu (*Syringa vulgaris*). Liście ciemiernika można dostać w każdej porze roku. Posiadają one na górnej stronie typowo wykształcony miękisz palisadowy, a na dolnej stronie luźny miękisz



gąbczasty. Podobnie zbudowany jest również liść *Syringa vulgaris*. Liczne wąskie wycięte z liścia skrawki można ułożyć jedno nad drugimi i umieścić między dwoma kawałkami rdzenia bzu i jednocześnie krajać. W ten sposób otrzymujemy odrazu nie tylko więcej, ale także z większą łatwością cienkie skrawki.

Do poszukiwań morfologicznych nawiążemy pewne rozważania fizjologiczne i słuszność ich stwierdzimy na obrazie mikroskopowym. W wyraźnie zabarwionych chromatoforach, a mianowicie u roślin wyższej organizacji wyłącznie w zielono zabarwionych ziarnach chlorofilowych odbywa się przyswajanie węgla. Tylko te ciała plazmatyczne posiadają zdolność rozkładania w dostatecznie silnym świetle dwutlenku węgla i wody i wytwarzania z nich związków bogatych w węgiel. Proces ten odbywa się przeważnie w komórkach palisadowych i z tego względu można je fizjologicznie uważać jako komórki wybitnie przyswajające. Komórki palisadowe, jak to już widzieliśmy, są z boków mniej lub więcej od siebie oddzielone i nawewnątrz nachylają się ku sobie wiązki. Substancje przyswojone nie przechodzą więc z jednej komórki do drugiej, lecz raczej kierują się ku wnętrzu liścia. W tym kierunku wydłużone są komórki palisadowe i ich ściany poprzeczne, przez które odbywa się ruch substancji, są wolne od ziaren chlorofilowych. Do wiązki komórek palisadowych przylegają elementy lejkowato rozszerzone, które pod względem fizjologicznym mogą być uważane za komórki przyjmujące albo zbiorcze (*l*). Komórki mięksizu gąbczastego powinny być z tego samego punktu widzenia nazwane komórkami doprowadzającymi. Mięksisz gąbczasty posiada szerokie przestwory powietrzne, połączone z jamkami oddechowymi szparek, jest więc on także „tkanką oddechową”. Jednocześnie jest także tkanką transpiracyjną, albowiem na powierzchni jego komórek odbywa się niezmiernie obfite parowanie w przestwory międzykomórkowe. Komórki mięksizu gąbczastego przylegają do pochw mięksizowych wiązek przeprowadzających. Doprowadzają do nich materje przyswojone, które z tych pochw zostają odprowadzane. Części naczyniowe wiązek z drugiej strony są wiązkami doprowadzającymi dla wody, która rozchodzi się do otaczającej tkanki i poczęści zbiera się w skórce, pełniące funkcje zbiornika wody. Część sitkowa wiązek przeprowadzających służy do przeprowadzania ciał organicznych i zwłaszcza ciał białkowych. Odprowadzająca tkanka pochwy mięksizowej dookoła wiązek naczyniowych wraz z mocno zgrubiałymi komórkami mechanicznymi, służącymi do wzmocnienia, tworzy tkankę wystających żeberk liścia jako „mięksisz nerwowy”. Ten mięksisz nerwowy przechodzi w tkankę zasadniczą ogonka liściowego, która, jak to widzieliśmy u ruty, jest przeważnie zbudowana z elementów doprowadzających, względnie odprowadzających i mechanicznych. Komórki przyswajające grają tutaj podrzędną rolę.

Zapoznajmy się teraz z wewnętrzną budową liścia kwiatowego i skorzystajmy również z dogodnej sposobności dla poznania przebiegu i za-



końców wiążek przeprowadzających. Na płatkach dziewanny (*Verbascum nigrum*) z łatwością można śledzić rozgałęzienie wiązek przeprowadzających i ich zakończenie, oraz rozpatrzyć budowę delikatnego listka korony kwiatu. Powietrze, przylegające do jasno-żółtego płatka, łatwo daje się usunąć przez naciskanie szkiełka przykrywkowego. Płatek składa się z delikatnej skórki, pokrywającej jego górną i dolną powierzchnię oraz z dwóch do czterech warstw miękiszu gąbczastego. Na brzegach znajdujemy tylko dwie warstwy, poczem grubość liścia zwiększa się, dopóki nie dojdzie do czterech warstw. Najgrubsze wiązki przeprowadzające jako też najcieńsze ich rozgałęzienia zredukowane do naczyń wężownicowych i kilku elementów łyka są otoczone warstwą wydłużonych cienkościennej komórek miękiszowych. Te pochwy miękiszowe są zamknięte także u zakończenia wiązek. W komórkach pochwy ze świeżo ściętych liści, a więc zranionych, widać krażenie protoplazmy. Mocno rozgałęzione komórki miękiszu gąbczastego przytykają do elementów pochwy miękiszowej. Szczególniej pouczającym jest widok zakończeń wiązek, do których pochwy przylegają promienisto ułożone komórki miękiszu gąbczastego.

Płatki maku polnego (*Papaver Rhoeas*) także można badać bez dalszego preparowania, oddalwszy powietrze przez nacisk na szkiełko przykrywkowe. Oprócz skórki strony górnej i dolnej mamy tu tylko jedną warstwę miękiszu gąbczastego. Wiązki przeprowadzające nigdy nie kończą się swobodnie, lecz zlewają z sobą, tworząc nieprzerwane łuki na brzegu liścia. Są one w całym przebiegu otoczone jednowarstwową pochwą miękiszową; do niej z obu stron przylegają komórki miękiszu gąbczastego. Na materjale alkoholowym stosunki te można również bardzo wyraźnie rozpoznać.

## ROZDZIAŁ XVI.

Stożek wegetacyjny pędu. Zrózniczkowanie tkanek. Mikroskop do preparowania.

### Materjał do badań:

- Latem: wierzchołki pędów z sosnoweczki (*Hippuris vulgaris*) albo z *Elodea canadensis*, albo z *Myriophyllum*, względnie z *Ceratophyllum*. — Zakończenie pędów z trzmieliny japońskiej (*Evonymus japonica*) albo z bzu (*Syringa vulgaris*), względnie innego gatunku krzewów, albo drzew o liściach okółkowych, świeże.
- Zimą: też same rośliny, z wyjątkiem świeżej sosnoweczki (*Hippuris*) — Z tych wszystkich roślin można również użyć materjał alkoholowy.

### Odczynniki. Barwniki:

Gliceryna.—Woda Javelle'a.—Stężony ług potasowy.—Stężony kwas octowy.—Względnie także octan potasu.—Bismarckbraun albo safranina.

Na wybitnych przykładach zapoznajmy się teraz z budową stożka wegetacyjnego u roślin naczyniowych. Jako pierwszy przykład wybierzemy roślinę jawnokwiatową z mocno rozwiniętym i łatwo dającym się



preparować stożkiem wegetacyjnym, mianowicie sosnoweczkę (*Hippuris vulgaris*). Do badania trzeba brać silne pędy. Odciawszy końcowy pączek w odległości około 1 cm. od wierzchołka łodygi, naprzód zdejmujemy z niego wszystkie większe liście, następnie, obróciwszy pąk wierzchołkiem na dół, ujmujemy go w dwa palce, między palec duży i wskazujący i robimy podłużny środkowy skrawek. W tym celu przesuwamy brzytwę pomiędzy obu palcami, kierując ją o ile możności pionowo. Najpierw w taki sposób pączek przepoławiamy. Każdą połowę w ten sam sposób przecinamy dalej, poczem wybieramy skrawek najbliższy środku; jeżeli nie jest jeszcze dostatecznie cienki, przepoławiamy go i tak następnie, dopóki nie otrzymamy cienkiego skrawka. Manipulacja ta może się początkowo nie udać, jednakże naogół po pewnym ćwiczeniu nie przedstawia większych trudności. Kto zresztą nie potrafi przezwyceńczyć nastroczających się z początku trudności, może i w inny sposób dojść do celu. Zamiast trzymać przedmiot w palcach osadza się go pomiędzy dwoma płaskimi kawałkami rdzenia bżowego, pomiędzy którymi przesuwamy brzytwę. Udanie się dobrego skrawka zależy jednak wtedy więcej od przypadku. Przedmioty, posiadające znaczną grubość i wytrzymałość, mogą być także osadzone wpoprzek między dwoma kawałkami rdzenia bżowego i krajane wraz z niemi.

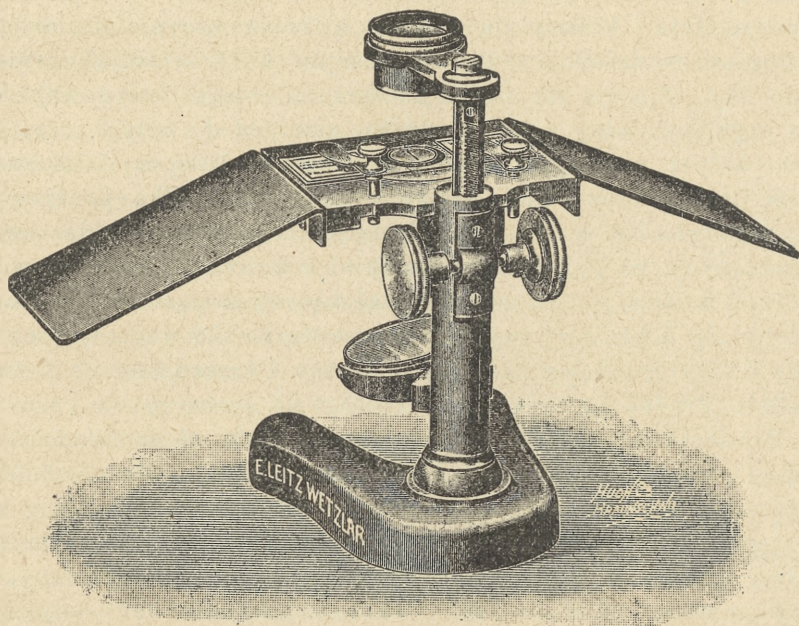
Z pomiędzy otrzymanych skrawków do badania wybieramy skrawek ściśle środkowy; poznajemy go po wysmukłym, prawidłowo wykształconym stożku wegetacyjnym (rys. 71). Stożek ten posiada boczne wyniosłości, będące zawiązkami liści i powiększające się w miarę zwiększania się odległości od wierzchołka. U podstawy tych zaczątków uwydatniają się węzły łodygi w postaci poprzecznych pasów tkanki. — Bardzo często na skrawkach poszczególne zaczątki liści wysuwają się ponad inne, a także ponad stożek wegetacyjny. Przeszkadzają one w badaniu i dlatego należy je usunąć, co łatwo można skutecznie przy pomocy mikroskopu do preparowania. Z tego względu stosujemy tu mikroskop do preparowania albo okular odwracający obraz (porównaj str. 7) i próbujemy z ich pomocą wykonać tę czynność.

Na mikroskopie preparacyjnym Leitz'a (№ 208), będącym prostą lupą, znajduje się, jak to widać na naszym rys. 70, ponad stolikiem przedmiotowym w środku, posiadającym okrągłe szkło, ramię poziome, przesuwane zapomocą koła zębatego; ramię to dźwiga jedną z dwu lup dodanych do przyrządu, w tym wypadku słabszą, powiększającą 10-krotnie. Ruchoma oprawa lusterka posiada z jednej strony lusterko płaskie, z drugiej strony szkiełko koloru mlecznego, przy pomocy którego można otrzymać jasne łagodne oświetlenie. Obie podpory do preparowania pokryte skórą służą do podtrzymania rąk. — Duży mikroskop do preparowania Leitz'a jest podobnie wyposażony, jednak jako stolik posiada płytkę szklaną. Płytkę metalową pocernioną i dająca się wsunąć pod szklany stolik pozwala preparować na ciemnym tle przy padającym świetle, płyt-



ka ze szkła mlecznego ułatwia preparowanie na białem tle. Do przyrządu dołączone są trzy lupy (str. 6). Rączka do trzymania lup posiada kółko, co ułatwia przeszukanie większych preparatów.

Aby można było preparować z mikroskopem złożonym na okular 2, wkładamy pryzmat odwracający światło, bądź też posługujemy się okularzem, odwracającym obraz (por. rys. str. 7). Wreszcie można się przyzwyczaić do preparowania pod mikroskopem złożonym, co jednak początkowo sprawia pewne trudności. Należy wówczas wykonywać odwrotne ruchy niż te, które widzimy w polu widzenia przyrządu. Bardzo dogodnym jest przy preparowaniu z mikroskopem złożonym sporządzenie sobie dwóch odpowiednio dużych kawałków drewna, które ustawiamy



Rys. 70. Mikroskop do preparowania (prosty mikroskop z lupą, Nr. 208) Leitz'a, z umieszczonemi bocznemi podkładkami do preparowania, na poziomem ramieniu lupa  $\frac{1}{3}$  nat. wielkości.

z obu stron stolika przedmiotowego, aby w wygodny sposób można było nań oprzeć ręce.

Po skutecznionem nastawieniu przedmiot nie nakryty, albo też po zdjęciu z niego szkiełka przykrywkowego, preparujemy przy pomocy igieł umocowanych w rączkach (patrz str. 7), gdy ręce spoczywają na podporach. Najpierw umieszczamy oba końce igieł w osi przyrządu i jednocześnie staramy się je dostrzec w polu widzenia. Jeżeli się to udało, to zaczynamy wykonywać małe ruchy, konieczne przy preparowaniu, które wydają się odpowiednio powiększone i z tego względu wymagają pewnego ćwiczenia, dopóki ich całkowicie nie opanujemy.



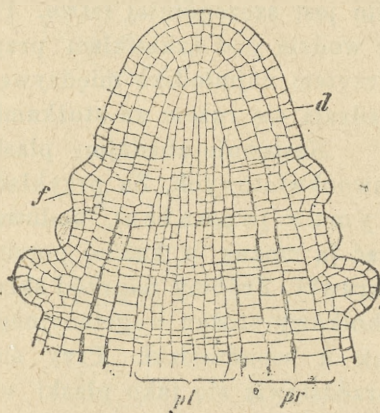
Wysmukły stożek wegetacyjny sosnoweczki (*Hippuris vulgaris*) tworzy liście w okółkach wieloczłonkowych. Już poniżej drugiego najmłodszego okółka poczynają się wyróżniać węzły łodygi w postaci poprzecznych, bardziej zbitych warstw tkanki; nad nimi i pod nimi w korze łodygi występują kanały powietrzne. Kanały te sięgają od jednego krążka węzłowego do drugiego i wyrastają w miarę jak łodyga zwiększa swą objętość. Międzywęzła wydłużają się bardzo szybko i jednostajnie, a w tym samym stosunku powiększa się ich grubość. Mniej więcej pod czwartym najmłodszym okółkiem liściowym poczynają się w łodydze wykształcać naczynia. Widać je bardzo ładnie po dodaniu małej ilości ługu potasowego. Naczynia występują w podłużnej osi łodygi. Należą one do wiązki przeprowadzającej, która rośnie w kierunku ku wierzchołkowi czyli akropetalnie i kończy się w górze kilkoma naczyniami pierścieniowymi. Dopiero w dziesiątym lub dwunastym węźle widać naczynia, należące do liści. Spajają się one z naczyniami wiązki łodygowej. Mamy więc do czynienia tutaj z jedną wiązką, należącą do łodygi, czyli łodygową, do której przylegają wiązki, należące do liści czyli liściowe. — W kątach liści w niewielkiej odległości od wierzchołka poczynają się tworzyć małe płaskie wyniosłości, będące zaczątkami wachlarzowatych łusk, osadzonych na pojedynczej krótkiej komórce. W okazach wydających później kwiaty spotykamy zaczątki kątowych pączków kwiatowych.

Ażeby się dokładniej zapoznać z budową stożka wegetacyjnego, wybierzemy dobry środkowy skrawek podłużny i traktujemy go t. zw. wodą Javelle'a. Prędko następuje wydzielanie się pęcherzyków gazu z preparatu. Działanie jest krótsze lub dłuższe, zależnie od okoliczności. Najpiękniejsze obrazy otrzymujemy na skrawkach z materiału alkoholowego. Woda Javelle'a rozpuszcza plazmatyczną treść komórki, a ściany komórek występują bardzo wyraźnie. Szeregi komórek dają się tym sposobem łatwo wysledzić. Gdy preparat został jak należy rozjaśniony, przemywamy go wodą. W razie gdyby skrawek stał się zbyt jasny, to niedogodność tę usuwamy przez dodanie alkoholu albo roztworu ałunu. Jeżeli do preparatu przylegają ziarna węgla wapnia, oddalamy je rozcieńczonym kwasem octowym. Preparaty wymyte można przechować w glicerynie, lecz trzeba je umieścić w glicerynie bardzo rozcieńczonej i pozostawić na powietrzu, aby gliceryna powoli się skoncentrowała. W pewnych wypadkach preparat staje się jeszcze wyraźniejszym przez słabe zabarwienie ścian komórkowych z pomocą bismarckbraun albo safraniny. — Podobnie jak w tym wypadku woda Javelle'a może być używana i wówczas, gdy chodzi o rozpuszczenie treści komórkowej i wydalenie ścian komórek. Woda Javelle'a niszczy po pewnym czasie kutylnizowane błony komórkowe. Jeżeli komórki obfitują w tłuszcz, wówczas działanie ługu musi być bardziej długotrwałe, również i wówczas kiedy komórki zawierają wiele mączki. Gdy nie mamy pod ręką wody Javelle'a, w takim razie traktujemy skrawek stężonym ługiem potasowym,



następnie wymywamy go wodą i umieszczamy w stężonym kwasie octowym, lub octanie potasu. — Lepiej jest nie kłaść skrawka bezpośrednio na szkiełku przedmiotowym, lecz na szkiełku przykrywkowym leżącym na przedmiotowym i przykryć go drugim szkiełkiem. Wtedy wedle potrzeby można obracać skrawek wraz ze szkiełkami przykrywkowymi i rozpatrywać go z obu stron; należy jednak zwracać uwagę, ażeby płyn nie dostał się pomiędzy dolne szkiełko przykrywkowe a szkiełko przedmiotowe. W tym celu również można się posilkować przedziurawionymi szkiełkami przedmiotowymi, jakich dostarczają rozmaite zakłady przedmiotów używanych w technice mikroskopowej. Otwór w takich szkiełkach przedmiotowych zazwyczaj jest zakrytem szkiełkiem przykrywkowym, które jest cokolwiek wgłębione w szkiełko przedmiotowe. Na to szkiełko przykrywkowe umieszczamy rozpatrywany przedmiot i nakrywamy go drugim szkiełkiem przykrywkowym. Stosownie do potrzeby obracamy całe szkiełko przedmiotowe, aby obraz, który otrzymaliśmy z jednej powierzchni przedmiotu, uzupełnić obrazem drugiej płaszczyzny.

Przy silniejszym powiększeniu (por. rys. 71) stwierdzimy, że komórki w tkance twórczej stożka vegetacyjnego są ułożone w sposób ściśle określony. Są to warstwy komórkowe, których przegrody tworzą szereg parabol wspólniskowych. Najbardziej zewnętrzna warstwa komórek, pokrywająca stożek vegetacyjny i jako pojedyncza warstwa, przebiegająca także nad zaczątkami liści jest „dermatogenem” wytwarzającym skórkę. Pod dermatogenem nad wierzchołkiem stożka można wykryć



Rys. 71. Przekrój podłużny przez stożek vegetacyjny *Hippuris vulgaris*. *d*—dermatogen, *pr*—periblem, *pl*—plerom, *f*—zaczatek liścia. Pow. 240 razy.

jeszcze cztery a nawet więcej niewyróżnionych warstw tkanki należących do „periblemy”, z której powstaje pierwotna kora łodygi. Nakoniec znajdujemy walec osiowy w górze stożkowato zaokrąglony, kończący się zwykle jedną komórką, z którego tworzy się walec osiowy łodygi, jak to można stwierdzić na niższych częściach skrawka. Tkanę tę nazywamy pleromem (*pl*). Tak więc u *Hippuris* skórka, kora pierwotna i walec osiowy mają swoje własne histogieny. Nie we wszystkich stożkach vegetacyjnych roślin jawnokwiatowych rozdział histogienów jest tak wyraźny, jak w niniejszym przypadku. U wielu nagonasiennych (*Abietineen*, *Cycadeen*) niema wydatnej granicy pomiędzy dermatogenem i periblemem, a często i periblema nie jest wyraźnie oddzielona od pleromu. W okrytonasiennych dermatogen jest wyraźnie odznaczony, chociaż często niema granicy pomiędzy periblemą a pleromem. W ogólności więc nie chodzi



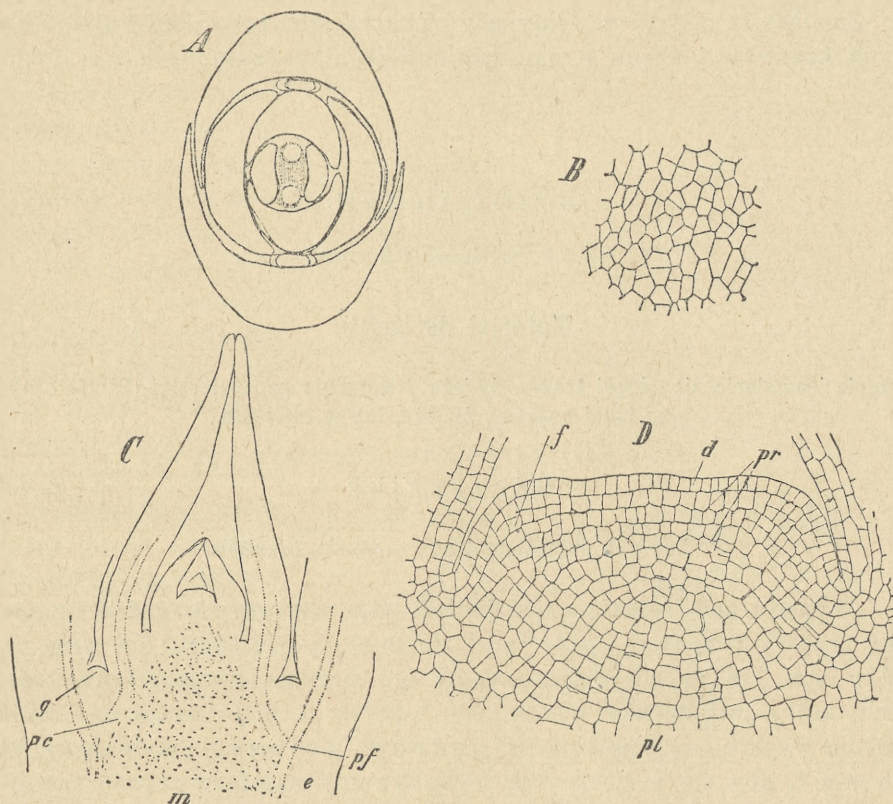
tu o różność tkanek, któraby się miała rozciągać aż do tkanki twórczej stożka wegetacyjnego, lecz raczej o mechaniczny układ ścian komórkowych nadający młodej tkance niezmierną moc i trwałość. W tym układzie ściany prostopadłe do powierzchni (antikliniczne) przecinają się pod kątem prostym ze ścianami równoległymi (periklinicznymi) do tejże powierzchni. — Co się tyczy zaczątków liściowych, to w najbardziej zewnętrznej warstwie periblemy najpierw następują podziały perikliniczne, po których idą antikliniczne. Dermatogen wypuklającego się miejsca pozostaje jednowarstwowy, dzieli się tylko antiklinicznie.

Jeżeli nie mamy pod ręką sosnoweczki, to można ją zastąpić zarzą wodną (*Elodea canadensis*), posiadającą takiż sam stożek wegetacyjny. Podobnie zachowują się również włoścydło (*Myriophyllum*) i rogatek (*Ceratophyllum*). Wszystkie te rośliny można przechowywać zimą w akwarjum. Badanie stożka wegetacyjnego u tych roślin jest szczególnie łatwe. Pączek oddzielony od rośliny umieszczamy w wodzie pod szkiełkiem przykrywkowym, które przyciskamy palcem. Przytem najmłodsze międzywęzła pąka oddzielają się od starszych i oswabdzają się razem ze stożkami wegetacyjnymi.

Następnie zbadajmy płaski stożek wegetacyjny właściwy większości jawnokwiatowych. Za przykład może posłużyć kruszyna japońska (*Evonymus japonica*), hodowana w ogrodach jako ozdobna roślina. Badać ją można w każdej porze roku i z pączków łatwo otrzymać dobre skrawki. Zróbmy naprzód skrawki poprzeczne, aby otrzymać obraz wierzchołkowy stożka wegetacyjnego. Skrawki traktujemy w sposób podobny, jak u sosnoweczki. Przy słabszym powiększeniu stożek wegetacyjny przedstawia się jako płaski wzgórek otoczony najmłodszymi zaczątkami liści. Te ostatnie są ułożone w dwuczłonkowe naprzemianległe okółki. Każda nowa para liści po odpowiednim powiększeniu się stożka wegetacyjnego, powstaje w odstępach pomiędzy parą poprzedzających liści (rys. 72 a). Przy odpowiednim powiększeniu możemy bardzo łatwo wyśledzić ułożenie komórek na wierzchołku (rys. 72 b). Przekroje poprzeczne wykonane poniżej stożka wykazują szybkie różniczkowanie się tkanki w rdzeń pierwotny czyli procambium, mające utworzyć wiązki naczyniowe. Pas procambium przedstawia na przecięciu figurę rombowa z wystającymi i zaokrąglonymi krawędziami. Procambium składa się z cienkościennych wąskich komórek, promieniowo ułożonych. Na krawędziach figury poczyna się wykształcanie elementów wiązki przeprowadzającej: elementów pierwocin łykowych na zewnętrznej i naczyń wężownicowych na wewnętrznej stronie pasa procambium. Pas procambium jest otwarty w miejscach, gdzie wstępują wiązki naczyniowe liści. W kątach młodych liści widzimy zaczątek pączka.—Podłużny środkowy skrawek, badany przy słabym powiększeniu, przedstawia rysunek 72 C. Możemy tu zobaczyć płaski stożek wegetacyjny, zwiększające się zaczątki liści, pączki kątowe (*g*), różniczkowanie się rdzenia pierwotnego (*m*), pasa procambium (*pc*),



wiązki przewodzącej wspólnej liściom i łodygom (t. zw. śladów liści) i pierwotnej kory (*c*). Rdzeń i kora zawierają wielkie masy gruzłów krystalicznych szczawianu wapnia.—Na świeżych skrawkach, badanych w wodzie, rdzeń i kora są zielonawe, gdy tymczasem pas procambium jest jasny.—Aby zbadać ułożenie komórek w stożku vegetacyjnym, stosujemy odpowiednie odczynniki (jak np. woda Javelle'a). Na stożku vegetacyjnym znajduje się od wewnątrz jednowarstwowy dermatogen (*rys. 72 D, d*);



Rys. 72. Wierzchołek łodygi z kruszyny (*Evonymus japonica*). *A* — widziany z góry, pow. 12 razy, *B* — obraz widziany z góry, pow. 240 razy, *C* — środkowy przekrój podłużny przez wierzchołek łodygi, pow. 28 razy, *D* — podłużny przekrój środkowy przez stożek vegetacyjny, pow. 240 razy, *d* — dermatogen, *pr* — periblema, *pl* — pleroma, *f* — zaczątek liścia, *g* — zaczątek pąka, *pf* — ślady liścia, *pc* — warstwa omiażdża, *m* — rdzeń, *c* — kora pierwotna.

pod nim płaszczowate warstwy tworzące periblemę, następnie pleroma, nie zawsze dość wyraźnie odgraniczona od periblemy. Stożek vegetacyjny pomiędzy dwoma ostatnimi wydłużonymi już zaczątkami liści wydaje się bardzo wąski, zwykle też w takim stanie widzimy go na preparatach. Nieraz trzeba długo szukać zanim się natrafi na skrawki, przedstawiające pierwsze zaczątki liści. Jeżeli się to udało, wówczas otrzymujemy obraz jak na *rys. 72 D*. Stożek vegetacyjny jest wówczas daleko



szerszy, a histogeny łatwiej można wysledzić. Tworzenie liści rozpoczyna się podziałami periklinalnymi w obu najbardziej zewnętrznych warstwach periblemy (*f*), dermatogen pozostaje jednowarstwowy. — Takie same podziały występują w kącie trzeciej z kolei pary liści w celu utworzenia pączków kątowych; i tutaj proces rozpoczyna się podziałami periklinalnymi w warstwach komórek podskórnych. Pleroma współdziała przy wytwarzaniu się zaczątków pączków kątowych.

Zamiast kruszyny możemy użyć puszczej pędy bzu i wszystkich innych krzewów i drzew o naprzemianległym ułożeniu liści.

---

## ROZDZIAŁ XVII.

Stożek wegetacyjny korzenia.

### Materiał do badań:

Korzenie jęczmienia albo innej trawy, świeże.—Korzenie paproci orlej (*Pteris cretica*) albo innej paproci, świeże, lub w alkoholu.

### Odczynniki:

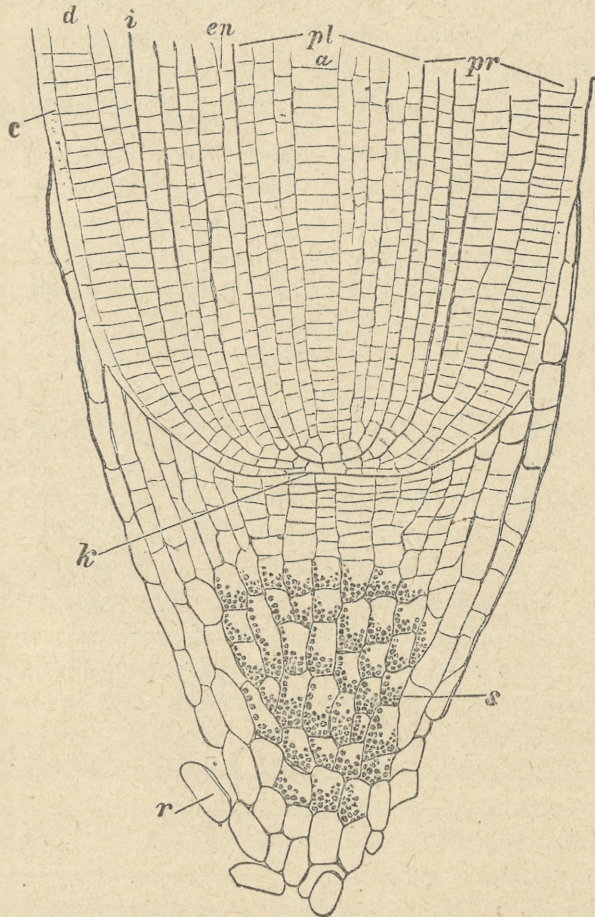
Rozczyn chloralhydratu. — Woda Javelle'a.

Wypada nam teraz poznać stożek wegetacyjny jakiegoś korzenia.— Jako typowy przykład wybierzemy do tego korzeń traw. Korzenie traw dadzą nam bardzo rozpowszechniony typ wzrostu korzeni jawnokwiatowych, który jest bardzo pouczający i przez to odpowiedni do studjów. Nasiona zwykłego jęczmienia (*Hordeum vulgare*) poddajemy kiełkowaniu i, aby się zorjentować, wykonywamy najpierw poprzeczne przekroje przez starszą część korzenia. W środku walca osiowego znajdujemy wielkie naczynie, a na jego obwodzie około ośmiu promieni naczyniowych, ułożonych naprzemianlegle z tyłomaż częściami łykowemi. Jak zwykle u traw, promienie naczyniowe sięgają aż do śródskórni, a więc przerywają omiażdże. W śródskórni na ścianach promienistych można rozpoznać prążki Caspary'ego jako ciemne cienie; potem następuje dosyć gruba kora pierwotna.—Robimy podłużny skrawek z końca korzenia, umieszczając korzeń pomiędzy dużym palcem a palcem wskazującym, co można zrobić tylko ze świeżym materiałem. Skrawek musi być ściśle środkowy, wówczas obraz jest wyraźny nawet bez użycia odczynników. Można wszakże i tutaj z korzyścią użyć wody Javelle'a. — Przewszystkiem jako główna cecha typu traw rzuca się nam w oczy wyraźne odgraniczenie ciała korzenia od czapeczki. W rzeczywistości można wysledzić nieprzerwaną linję, która od zewnętrznej powierzchni skórki



przechodzi ponad wierzchołkiem korzenia pomiędzy jego ciałem i czapeczką (rys. 73). Dermatogen wszakże nie przebiega ponad wierzchołkiem, owszem można się przekonać, że dermatogen (*d*) i periblema (*pr*) schodzą się w wierzchołku we wspólnych inicjałach. Na załączonym rysunku znajdują się dwa takie wspólne inicjały, może ich być wszakże kilka. Dermatogen jako taki sięga aż do tych inicjałów; periblema także dotyka ich jedną warstwą komórek. Pleroma

pokryta wspólnym płaszczem dermatogeny i periblemy posiada swoje własne inicjały. Z linią, oddzielającą ciało korzenia od czapeczki graniczą od zewnątrz inicjały czapeczki, tworzące płasko-komórkową warstwę, zwaną kaliptrogenem (*k*). Komórki wytworzone nazewną przez kaliptrogen odpowiednio do swego pochodzenia są ułożone w proste szeregi, z początku płaskie, wkrótce stają się wyższe, przy czym ściany ich pozostają cienkie w przeciwieństwie do ścian wielu innych traw. Na szczycie czapeczki komórki zaokrąglają się, wkońcu oddzielają się od siebie i dezorganizują (*r*). Szczególną właściwością traw jest mocne zgrubienie zewnętrznej strony ich dermatogenu (*c*). Zgrubiała ściana zewnętrzna biała, błyszcząca, silnie pęcznieje i w ten sposób tworzy warstwę śluzu, która wydaje się tem grubsza, im dłużej skrawek leży w wodzie. Na bocznych granicach komórek widać mocno błyszczące prążki, mniej więcej głęboko wchodzące w zgrubiałą ścianę zewnętrzną. Są to pierwotne ściany komórek, które

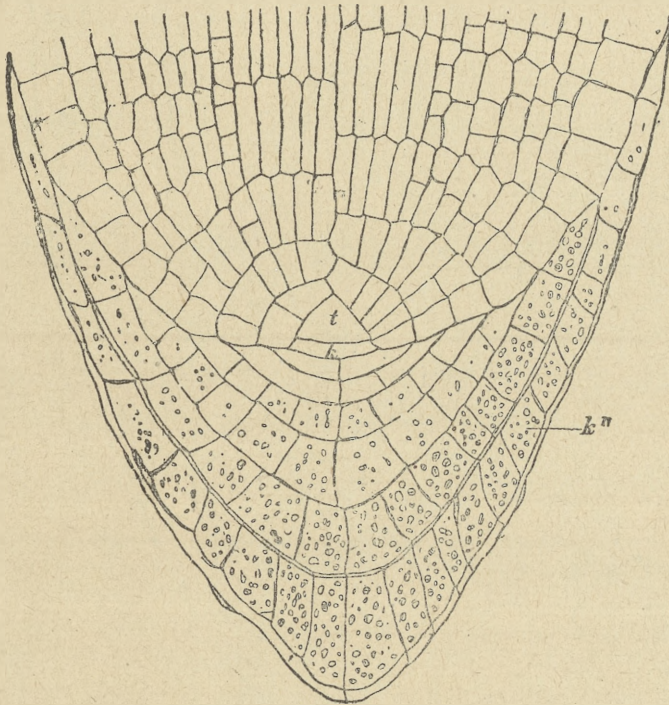


Rys. 73. Podłużny środkowy przekrój przez koniuszek korzenia *Hordeum vulgare*. *k*—kaliptrogen, *d*—dermatogen, *c*—zgrubiała zewnętrzna ściana dermatogenu, *pr*—periblema, *pl*—pleroma, *en*—śródkórnia, *i*—przewody międzykomórkowe wypełnione powietrzem, *a*—szereg komórek, z których powstanie naczynie środkowe, *s*—mączka statolitowa, *r*—odrzucone komórki czapeczki.

na szczycie czapeczki komórki zaokrąglają się, wkońcu oddzielają się od siebie i dezorganizują (*r*). Szczególną właściwością traw jest mocne zgrubienie zewnętrznej strony ich dermatogenu (*c*). Zgrubiała ściana zewnętrzna biała, błyszcząca, silnie pęcznieje i w ten sposób tworzy warstwę śluzu, która wydaje się tem grubsza, im dłużej skrawek leży w wodzie. Na bocznych granicach komórek widać mocno błyszczące prążki, mniej więcej głęboko wchodzące w zgrubiałą ścianę zewnętrzną. Są to pierwotne ściany komórek, które



tem głębiej wchodzi w zgrubiałą ścianę komórki, im są starsze. Ściana ta przedstawia wyraźne uwarstwienie. Periblema szybko zwiększa liczbę swych warstw komórkowych drogą podziałów periklinalnych. Pomiedzy wewnętrznymi warstwami wkrótce występują przestwory międzykomórkowe wypełnione powietrzem, odznaczone na figurze ciemnymi linjami (np. w *i*). Periblema wytwarza korę; najbardziej wewnętrzna jej warstwa staje się śródskórną. Pleroma kończy się stożkowato w grupie inicjałów, z których niektóre widać na załączonym rysunku skrawka podłużnego. Pleroma wytwarza walec osiowy wiązek przeprowadzających. Różniczkowanie się wielkiego



Rys. 74. Podłużny środkowy przekrój przez korzeń *Pteris cretica*. *t*—komórka szczytowa, *k*—inicjał czapeczki, *k<sup>n</sup>*—zewnątrzna warstwa czapeczki. Pow. 240 razy.

środkowego naczynia w tym ostatnim, daje się wyśledzić aż poniżej grupy inicjałów. Komórki, z których ma powstać naczynie, odznaczają się wielką szerokością (*a*).

Aby nie powiększać ilości zadań ponad miarę, zrezygnujemy z badania stożka wegetacyjnego pędu, rosnącego komórką szczytową. Jednakże, aby również zapoznać się i z tego rodzaju wzrostem, zajmiemy się teraz korzeniem, zaopatrzonym w komórkę szczytową. Wyobraźmy

sobie, że w takim korzeniu niema czapeczki, wówczas będziemy mieli do czynienia w rzeczywistości ze stosunkami, odpowiadającymi stosunkom na stożku wegetacyjnym pędów. Wprawdzie korzenie rosnące komórką szczytową ustępują pod względem różnorodności zachowania się pędom rosnącym komórką szczytową. Zawsze w takich korzeniach spotykamy komórkę szczytową z trzech stron piramidalną; dalej rozczłonkowanie wytwarzanych przez nią segmentów jest w istocie jednakowe.—Zbadamy korzenie paproci orlej (*Pteris cretica*) (rys. 74); możemy równie dobrze wybrać i inne paprocie. Przez odłupanie doniczek,



w których hodowaliśmy paprocie, bardzo łatwo możemy wydobyć nieuszkodzone korzenie. Korzenie *Pteris cretica*, jak w ogólności korzenie paproci, są zbudowane dwupromieniowo. Części drzewne leżą naprzemian z płaskimi częściami łykowemi. Omiażdże jest jednowarstwowe, śródskórnia płaska, kora zbrunatniała, w wewnętrznych częściach mocno zgrubiała. Postarajmy się otrzymać cienki środkowy skrawek podłużny z końca korzenia, trzymając go między dużym palcem a palcem wskazującym. Nietrudno otrzymać skrawek z komórką szczytową; jest ona pokryta tkanką czapeczki korzeniowej. Komórka szczytowa (rys. 74) w *t* ma kształt piramidy trójściennej, której słabo wypukła postawa jest zwrócona ku czapeczce, gdy tymczasem wierzchołek, powstały z przecięcia się trzech ścian bocznych, jest pogrążony w ciele korzenia. Przekrój poprzeczny przez wierzchołek korzenia ułatwi nam zrozumienie komórki szczytowej, jako ciała trójwymiarowego. Jest ona trójścienneą piramidą o podstawie zwróconej nazewnątrz, lekko uwypuklonej. Podziały następują równoległe do ścian bocznych. Oprócz tego od czasu do czasu, zwykle po każdym trzech wymienionych podziałach tworzy się ściana w kierunku wypukłej podstawy komórki szczytowej (rys. 74 przy *k*). Przy takim podziale komórka szczytowa zachowuje swój kształt; komórka zaś odcięta od podstawy ma kształt zbliżony do odcinka kuli. Komórka ta (*k*) jest inicjałem czapeczki, t. j. daje początek warstwie komórek, stanowiącej czapeczkę. Ścianą prostopadłą do podstawy dzieli się naprzód na połowy, każda połowa dzieli się podobnie, przez co powstają cztery komórki kwadratowe w zarysie. W komórkach tych powtarzają się podziały ścianami zawsze prostopadłymi do podstawy tak, że starsza warstwa czapeczki składa się z wielkiej liczby komórek. Komórki starszych czapeczek wypełniają się ziarnami mączki, działającymi ewentualnie jako statolity (por. str. 83). Komórki te powoli dezorganizują się, gdy tymczasem komórka szczytowa wciąż wytwarza nowe inicjały czapeczki. Zewnętrzne ściany komórek, położonych najbardziej nazewnątrz, są mocno zgrubiałe.—Przegrody równoległe do ścian bocznych komórki szczytowej, dzięki którym powstają segmenty ciała korzenia, układają się w kierunku węzownicy. Kolejne następstwo przegród wewnątrz segmentu jest wyraźnie ustalone; ciało korzenia wskutek tego buduje się całkiem prawidłowo i później wykazuje podobne rozczłonkowanie histogenu, jakie widzieliśmy w korzeniach jawnokwiatowych. Robi to wrażenie, jakby komórka szczytowa stanowiła lukę w tym układzie warstw histogenu.



## ROZDZIAŁ XVIII.

Budowa wegetacyjna mszaków (Bryophyta).

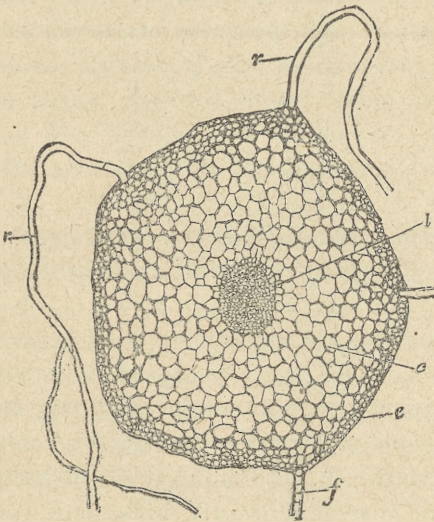
### Materiał do badań:

Latem i zimą: *Mnium undulatum* albo inny gatunek *Mnium*, albo gatunek *Bryum* świeży, względnie rozmoczony materiał zielnikowy.—*Sphagnum acutifolium*, albo inny gatunek *Sphagnum*, świeży; o ile nie można dostać świeżego materiału, rozmoczony materiał zielnikowy.—*Marchantia polymorpha*, świeża.

### Odczynniki:

Guma glicerynowa. — Kwas siarczany. — Hematoksylina.

Zwróćmy się teraz do wegetacyjnej budowy mechów i rozpoczniemy od roślin, w których zróżniczkowanie tkanek zostało stosunkowo daleko posunięte: od *Mnium undulatum*. Przygotujmy naprzód cienkie skrawki z łodyżki (rys. 75). W środku łodyżki znajduje się walec osiowy, utworzony z wąskich komórek cienkościennych. Walec ten uważać



Rys. 75. Przekrój poprzeczny przez łodyżkę *Mnium undulatum*. *t*—wiązka przewodząca, *c*—kora, *e*—skórka, *f*—skrzydełka liściowe, *r*—kosmki. Pow. 90 razy.

można za najprostszą wiązkę przewodzącą (*t*). Komórki jej wyróżniają się wśród otoczenia brunatno-żółtym zabarwieniem swych ścian. Do wiązki przewodzącej przylegają szersze komórki kory z zielono-żółtawymi ścianami i żywą treścią, zawierające chlorofil. Najbardziej wewnętrzna warstwa tej kory wyróżnia się swą wielką odpornością na działanie kwasu siarczanego, nie występuje nigdzie jednak wyraźnie jako pochwa. Komórki kory początkowo powiększają się od wewnątrz nazewnątrz, na obwodzie stają się nagle węższe o ścianach cieńszych i wkońcu bez żadnej granicy przechodzą w jedno lub dwuwarstwową skórkę mocno zgrubiałą, złożoną z wąskich komórek. W dwu lub trzech miejscach zewnętrzna warstwa ko-

mórkowa łodyżki przechodzi bezpośrednio w jednowarstwowe blaszki komórkowe, odpowiadające skrzydełkom liściowym, przebiegającym wzdłuż łodyżki ku dołowi. Poprzeczne skrawki z dolnych bezlistnych mocno zbrunatniałych części łodyżki wykazują ciemno-brunatne zabarwione



ściany obwodowych warstw komórkowych. Z niektórych komórek powierzchniowych wyrastają długie brunatnościenne, liczne, rozgałęzione nitki komórkowe, zwane rhizoidami (*r*) lub kosmkami. Te rhizoidy wyróżniają się ukośnymi przegrodami. Poniżej takich licznych przegród, a mianowicie pod brzegiem ich wzniesionym odchodzą boczne gałązki, które rozgałęziają się w dalszym ciągu. Tylko wzrastające końce kosmków posiadają ściany bezbarwne.

Ze względu na rozgałęzienie i ukośne ułożenie przegród do takiego splotu korzeniowego bardzo jest podobny t. zw. „splątek” (protone-ma) mechów liściastych, rozwijający się z kielkującego zarodnika. Gałązki jego wszakże, o ile przynajmniej nie zagłębiają się w ziemię, nie są zbrunatniałe i zawierają liczne ziarna chlorofilu. Pączki liściowe, rozwijające się z łodyżki, są bocznymi gałązkami splątku. Bliskie pokrewieństwo kosmków z splątkiem wykazuje i ta jeszcze okoliczność, że kosmki trzymane w wilgoci i wystawione na działanie światła, wytwarzają splątek, dający początek liczny nowym roślinkom. Dosyć jest odwrócić murawkę *Mnium* spodem do góry i umieścić w wilgoci, aby otrzymać z kosmków obfity zielony splot oplątek.

Jeżeli przecięcie poprzeczne natrafiło na uszkodzone miejsce łodyżki *Mnium*, widzimy, że uszkodzenie nie jest zabliznione korkiem, którego skrytokwiatowe i prawie wszystkie rośliny naczyniowe skrytokwiatowe tworzyć nie mogą; zato ściany komórek, graniczących z raną zgrubiały i zbrunatniały, tak że pod tym względem stały się podobne do innych komórek powierzchni.

Na poprzecznym przecięciu w pobliżu powierzchni widzimy pojedyncze małe wiązki cienkościennych komórek, które są podobne do elementów walca osiowego. Są to wiązki przewodzące, które u *Mnium* kończą się ślepo w korze łodygi, gdy tymczasem u znacznie doskonalej ukształtowanego *Polytrichum* zlewają się w osiową wiązkę przewodzącą łodygi.—Liść, badany w kropli wody na szkiełku przedmiotowym bez żadnego dalszego preparowania, przedstawia jednowarstwową blaszkę i wielowarstwową nerw środkowy. Ten ostatni kończy się pod zębem wierzchołkowym, składającym się z pewnej liczby komórek rombów. Komórki nerwu są bardzo wydłużone, obwodowe zawierają ziarna chlorofilu. Jednowarstwową blaszkę liścia składa się z wielokątnych komórek, zawierających chlorofil. Wstęgowaty obrąbek na brzegu liścia składa się z komórek wydłużonych i bardziej zgrubiałych. Komórki najbardziej zewnętrzne w równych mniej więcej odstępach posiadają jedno lub dwu-komórkowe ostro zakończone zęby. Poprzeczne skrawki liści otrzymujemy jednocześnie ze skrawkami poprzecznymi łodygi. Otrzymanie poprzecznych skrawków z oderwanego liścia, co z powodu nieznacznej jego grubości wcale nie jest łatwym zadaniem, można sobie uprościć, sklejąc większą ilość liści gumą glicerynową, poczem nie czekając aż guma wyschnie, robimy skrawki w kawałkach rdzenia bżowego. Skrawki



umieszczamy w wodzie, w której guma wkrótce się rozpuszcza. Sposób ten daje się zastosować wszędzie, gdy chodzi o otrzymanie przecięć poprzecznych z cienkich przedmiotów. — Na poprzecznych skrawkach liści naszego mchu przekonywamy się istotnie, że blaszka jest jednowarstwowa, a komórki brzegu liścia mocno zgrubiałe. Nerw bardziej wystaje na powierzchni grzbietowej, aniżeli na brzusznej. W jego środku nieco bliżej dolnej powierzchni leży wiązka komórek cienkościennych, w której poznajemy wiązkę przewodzącą, jaką widzieliśmy poprzednio w korze. Ta wiązka cienkościenna od strony grzbietowej jest wsparta kilkoma mocno zgrubiałymi wąskimi komórkami.

Poprzecznie przecięta łodyżka zwiędłej rośliny, zanurzona dolnym końcem w wodę, pozostaje zwiędła, przeciwnie zaś szybko nabiera zwykłą prężność, gdy ją zanurzymy liśmi w wodę. Tak więc pobieranie wody u mchów odbywa się częściami nadziemnymi, gdy kosmki głównie służą do utrwalenia w podłożu.

Szczególne właściwości posiada budowa torfowców, które i zimą możemy z łatwością otrzymać, ponieważ znajdują one bardzo często zastosowanie w cieplarniach do celów ogrodniczych. Robimy skrawki poprzeczne z łodyżki *Sphagnum cymbifolium* albo *acutifolium*. Na tych skrawkach poprzecznych (rys. 76) zobaczymy wewnętrzny walec osiowy, złożony w środkowej części z szerokich komórek nieco zgrubiałych na podobieństwo zwarcicy; ku obwodowi komórki stają się stopniowo węższe, a w zewnętrznych warstwach są zabarwione żółto-brunatno (*sk*). Niema tutaj osobnej wiązki przewodzącej wewnątrz walca. Walec jest otoczony korą zewnętrzną, zwykle trzywarstwową, złożoną z wielkich komórek, które bezpośrednio stykają się z wąskimi żółto-brunatnymi komórkami walca wewnętrznego. Komórki kory odznaczają się wielkimi kolistymi lub owalnymi otworkami i delikatnymi wężownicowymi zgrubieniami. Otworki te (*l*) łatwo rozpoznać, że zaś w samej rzeczy są one bezpośrednim połączeniem jam sąsiednich komórek, z łatwością można stwierdzić na miejscach skrawka, obejmujących przecięte dziurki. W komórkach często spotykamy też nitki grzybów, albo małe zwierzątka, które bez przeszkody przechodzą z jednej komórki do drugiej. Dziurkowate elementy kory zewnętrznej *Sphagnum* zawierają tylko wodę lub powietrze; są one pozbawione żyjącej treści komórkowej. Służą roślinie za przyrządy włoskowate, doprowadzające wodę do miejsc, w których zostaje ona zużywana.

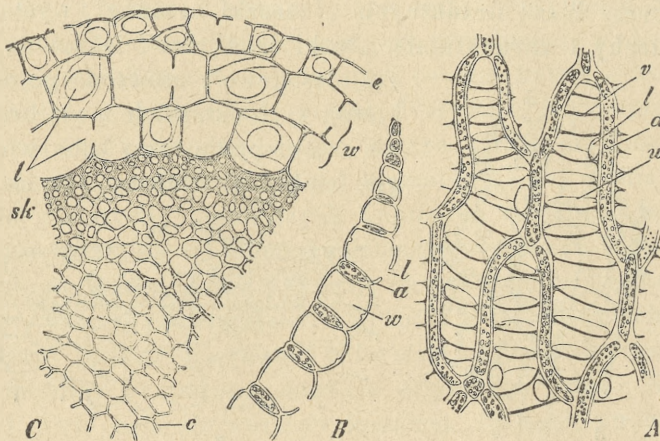
Blaszka listka jest jajowata, całobrzega, jednowarstwowa i, jak to możemy się przekonać, oglądając z powierzchni, składa się z dwojgich elementów. Jedne są wąskimi żyjącymi komórkami, zawierającymi chlorofil oraz protoplazmę i jądro; drugie są martwymi komórkami, zawierającymi wodę lub powietrze z pierścieniami i kawałkami wężownicowych skrętów i z dziurkami. — Fakt, który już kilkakrotnie powinien był zwrócić naszą uwagę, że martwe komórki zawierają powietrze lub



wodę, o ile nie są bardzo zgrubiałe, posiadają tak często zgrubienia węzłownicowe, pierścieniowe lub siatkowate, objaśnia okoliczność, że wspomniane komórki są pozbawione zdolności pęcznienia (turgor) i posługują się zgrubieniami jako mechanicznym przyrządem, zabezpieczającym je od zapadnięcia lub zgniecenia. — Wszystkie zielone komórki blaszki liściowej są połączone z sobą i tworzą siatkę, w której oczkach mieści się jedna martwa komórka. Komórki zielone służą do przyswajania węgla; komórki puste, podobnie jak odpowiednie komórki zewnętrznej kory łodyżki, pełnią funkcje przyrządu włoskowatego, dostarczającego wodę. Uważne badanie wykazuje, że liczba otworków zmniejsza się ku krawędzi liścia, że otworki znajdują się przeważnie na dolnej powierzchni liścia, na bocznych ścianach komórek. Sam brzeg liścia zajmują wąskie zielone komórki, do których przylega jednorzędowy obrąbek wąskich elementów, na zewnętrznej powierzchni lekko zgrubiałych zapadniętych, zawierających wodę. Tylko końcowe powierzchnie tych elementów są mocniej zgrubiałe i wystają nazewnątrz. Liście nie mają nerwu, podobnie jak w łodyżce niema wiązki przewodzącej; przeto pod tym względem roślina jest daleko

prościej zbudowana, niż Mniem, zato pod względem ukształtowania się przyrządu włoskowatego budowa jej jest bardziej zawiła. Przekroje poprzeczne (rys. 76 B) pouczają nas dalej o stosunkach ułożenia żywych i martwych komórek liściowych i również pozwalają nam w tych ostatnich bardzo ładnie zbadać otworki (l).

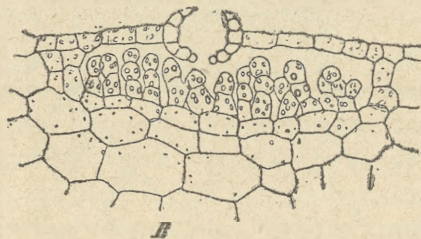
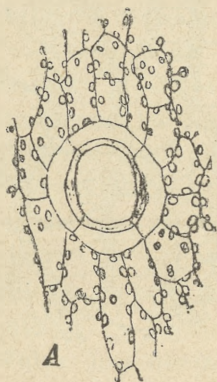
Plecha dość częstej na wilgotnym gruncie porostnicy (*Marchantia polymorpha*), łatwo zimującej w cieplarniach, bez trudu dającej się rozpoznać po okrągłych kubeczkach z rozrodkami, albo po talerzykowatych kwiatostanach, lub kształtu parasola, posiada dosyć zawiłą budowę. Brak rozcłonkowania, właściwego roślinom łodygowym, nie pociąga za sobą konieczności prostoty w anatomicznej budowie. Plecha



Rys. 76. A — z liścia *Sphagnum cymbifolium*, a — komórki, zawierające chlorofil, w — komórki do wchłaniania wody z listewkami zgrubienia, v i otworki l — z powierzchni. Pow. 300 razy. B — przekrój poprzeczny przez liść *Sphagnum fimbriatum*, C — część przekroju poprzecznego przez łodygę *Sphagnum cymbifolium*, c — środek, sk — sklerenchymatyczne komórki kory, w — komórki do wchłaniania wody, l — i listwy zgrubienia, e — skórka. Pow. 120 razy.



jest twarda jak skóra; rozgałęzia się przez widełkowate rozdwojenie wierzchołka, leżącego na dnie „zatoki wierzchołkowej”. Jeżeli pęd niedawno się rozdzielił, w takim razie i środek przedniej zatoki jest zajęty przez płat plechy, po którego obu stronach leżą zatoki wierzchołkowe. W linii środkowej każdej plechy na powierzchni brzusznej wystaje żeberko środkowe, niewyraźnie ograniczone. Od niego ukośnie ku przodowi ciągną się prążki, przebiegające łukowato do brzegu plechy. W pewnej odległości od wierzchołka plecha jest przytwierdzona do podłoża cienkimi kosmkami, wyrastającymi w linii środkowej. Jeżeli plechę umieścimy pod mikroskopem preparacyjnym tak, aby strona brzuszna znalazła się u góry, to przy pomocy igieł możemy się przekonać o istnieniu łusek, wyrastających z brzusznej powierzchni plechy. Istnieją też trzy różne formy łusek brzusznych: „łuseczki brzeżne”, wystające nieco poza brzeg plechy i zbrunatniałe; „łuski środkowe”, leżące na linii środkowej i „łuski blaszkowe”, osadzone po obu stronach linii środkowej; tych ostatnich może brakować. Łuski środkowe często purpurowo zabarwione, są naprzemianległe. Ich brzegi wzajemnie się na linii środkowej pokry-



Rys. 77. *Marchantia polymorpha*. *A* — otwór komory powietrznej, widziany z góry, *B* — komora powietrzna na przekroju poprzecznym. Pow. 240 razy.

wają. Z punktów nasady łusek środkowych i blaszkowych albo tylko pierwszych odchodzą cienkie kosmki, pokryte temiż łuskami i sięgające aż do nerwu środkowego, gdzie się skupiają wiązki, przebiegając ku dołowi. Łuski środkowe i blaszkowe powodują owo prążkowanie dolnej powierzchni plechy, które zwracają uwagę i przy badaniu gołym okiem. — Rozpatrując przez lupę powierzchnię grzbietową plechy, przekonywamy się, że jest podzielona na małe rąbrowe pola. Granice pól są ciemno-zielone, same zaś pola wydają się bardziej szare. W środku każdego z nich widać mały otworek. — Zbadajmy teraz przy silniejszym powiększeniu skrawek równoległy do grzbietowej powierzchni plechy. Zewnętrzne komórki powierzchni są wielokątne, ściśle z sobą spojone i zawierają liczne wielkie ziarna chlorofilu. Granice pól rysują się wyraźnie. Każde pole posiada w środku okrągły otwór, ujęty jakby w ramkę czterema wąskimi sierpowato zgiętymi komórkami, zawierającymi chlorofil (rys. 77 *A*). W grubszych miejscach skrawka, pod swobodną powierzchnią pola znajduje się nagromadzone powietrze. W tej powietrznej przestrzeni, czyli w „komorze powietrznej” sterczą nitki,



złożone z komórek, zawierających chlorofil. Ściany, ograniczające komory z boków są zbudowane z komórek szczelnie z sobą połączonych. Ściany są jedno- lub wielo-warstwowe, ich komórki zawierają chlorofil. Niektóre komórki powierzchniowe, a także wewnętrzne zawierają mocno błyszczące groniaste ciała o nieregularnych zarysach. W młodych pędach ciała te są jasno brunatne, w starszych brunatne głównie złożone z oleju i tworzą t. zw. ciała oleiste ogólnie rozpowszechnione u wątrobowców.— Skrawki powierzchniowe z brunatnej strony plechy nie przedstawiają żadnego podziału na pola. Komórki są tutaj bardziej wydłużone i uboższe w chlorofil, niżeli na powierzchni górnej. Kosmki, wyrastające z powierzchni dolnej, posiadają dwojaką budowę. Są albo cieńsze i opatrzone czapkowatymi wyrostkami, wystającymi ku wewnątrz, albo grubsze i pozbawione tych występów. Pierwsze „kosmki czapkowate” przylegają do plechy, są pokryte łuskami i, skupiając się w wiązki, przebiegają wzdłuż nerwu środkowego. Zwykle kosmki zwracają się pod ostrym kątem w kierunku podłoża, do którego przytwierdzają plechę. Wszystkie łuski brzusze są jednowarstwowe, środkowe składają się jeszcze z żywych komórek, blaszkowe i brzeżne z komórek wcześniej obumarłych. Wyróżniają się one obecnością ciał oleistych i mniejszych „komórek, dających początek kosmkom”, wyrastających w kierunku plechy w kosmki łuskowate. —Przekrój poprzeczny przez plechę wykazuje na powierzchni grzbietowej najpierw warstwę tkanki, zawierającej chlorofil. Wnętrze plechy zajmują szerokie komórki pozbawione prawie chlorofilu. W ścianach tych komórek miejscami możemy rozpoznać szerokie eliptyczne jamki. Na powierzchni brzusznej dwie ostatnie warstwy komórek stają się znowu bardziej wąskie, płaskie bogatsze w chlorofil i tworzą t. zw. brzuszną warstwę korową. Obok komórek, zawierających ciała oleiste wyróżniają się inne pojedyncze komórki swą wielkością i silnie łamiącą światło treścią; są to komórki śluzowate. Dokładne poznanie zewnętrznych warstw, zawierających chlorofil z powierzchni grzbietowej uzupełnia obraz, któryśmy osiągnęli ze skrawka powierzchniowego. Nazewnątrz widzimy pojedynczą warstwę płaskich komórek wolno rozpiętą nad komorą powietrzną i opartą na innych komórkach, jak na podporach. Ponad środkiem każdej komory powietrznej znajduje się w swobodnej warstwie zewnętrznej otwór, otoczony kilkoma od czterech do ośmiu piętrami komórek (rys. 77 B). Otwór zwęża się przy ujściu górnym i dolnym zwłaszcza przy tem ostatniem i tym sposobem posiada kształt beczkowaty. Komórki górnego piętra przedłużają się w błoniasty rąbek. Ponieważ powietrze bardzo mocno trzyma się w komorze powietrznej i obrazy stają się przez to niewyraźne, należy więc wprzód powietrze z preparatu wypompować. W komorze oddechowej sterczą ku górze nitki komórkowe wysokie na dwie lub trzy komórki, gdzie nigdzie rozgałęzione. Nitki te szczególnie obfitują w chlorofil. Wyrastają one z płaskiej warstwy komórkowej, ubogiej w chlorofil. Im przypada przedewszystkiem



zadanie przyswajania węgla w plesze. Na brzusznej stronie plechy na nerwie środkowym widzimy łuski środkowe naprzemian zachodzące na siebie. Pomiedzy łuskami leżą przecięcia poprzeczne wiązek kosmków.— Skrawki podłużne środkowe pokazują osadzenie grubszych zwykłych kosmków, które pospolicie natychmiast odchodzą od plechy oraz przylegające do nerwu środkowego kosmki czopkowate. Porostnice, wyrastające na miejscach słonecznych, posiadają znacznie więcej komór powietrznych niż rośliny, rosnące na stanowiskach zacienionych. Bardzo często porostnice, podobnie jak inne mchy, ukrywają nitki grzybów w szeregach komórek, biegnących wzdłuż żebru środkowego i w kosmkach. Na świeżych skrawkach, traktowanych rozcieńczoną hematoksyliną, grzyby występują ładnie zabarwione na niebiesko.

## ROZDZIAŁ XIX.

Wegetacyjna budowa grzybów, porostów i wodorostów. Utrwalanie i barwienie treści komórkowej.

### Materiał do badań:

Latem, wzgl. zimą: *Psalliota campestris*, świeże albo w alkoholu.—*Anaptychia ciliaris* świeża albo zwilżona. — *Cladophora glomerata* albo inny gatunek *Cladophora*.—*Spirogyra majuscula* albo inny gatunek *Spirogyra* ze środkowym jądrem. Oba wymienione glony świeże albo utrwalone w jednoprocetowym kwasie chromowym i przechowywane w wodzie, do której dodano kilka kawałków kamfory.

### Odczynniki:

Roztwór chlorku cynku w jodzie.—Roztwór jodu w jodku potasu.—Alkohol pikrynowy.—Jednoprocetowy kwas chromowy, albo stężony kwas pikrynowy, albo jednoprocetowy kwas chromo-octowy, albo jednoprocetowy kwas chromowo-osmo-octowy. — Parakarmin; hematoksylina alunowa Mayera; kryształowy hematoksyliny. — Jednoprocetowy roztwór alunu.—Półprocetowy do jednoprocetowego roztwór kwasu solnego.—Amonjak. — Gliceryna. — Gliceryna żelatynowa. — Balsam kanadyjski.

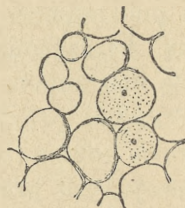
Narządy wegetacyjne grzybów, pominawszy pewną ilość form najprostszyc, składają się z nitkowato wydłużonych elementów, mniej lub więcej obficie rozgałęzionych, zwanych strzępkami. Są one albo bez przegród w całej masie jednokomórkowe, albo rozczłonkowane przegradami na szereg komórek po sobie idących. Nawet najgrubsze ciała grzybów składają się ze strzępków z sobą splecionych. W wielu razach strzępki spajają się z sobą tak szczelnie, że powstaje tkanka łądząca podobna do miękiszowych tkanek roślin wyższych. Jednakże tkanka ta powstaje z połączenia się nitek komórkowych, przypadkowo znajdujących



się obok siebie podczas rozwoju grzyba, a nie jest wynikiem odpowiednich podziałów komórek. Ażeby się zorientować w tego rodzaju budowie, zbadajmy ciało grzyba kapeluszowego (*Hymenomyces*). Wybierzmy pieczarkę (*Psalliota campestris*), ponieważ można ją mieć w każdej porze roku i nadto przedstawia stosunkowo prostą budowę. Zróbmy naprzód cienki skrawek podłużny z trzonu dorosłego osobnika.— Wyraźnie można rozpoznać, że jest on zbudowany ze strzępek podłużnie przebiegających i z łatwością da się rozdzielić igłami wzdłuż na pojedyncze włókienka. Strzępki są ułożone mniej lub więcej równolegle do siebie; niektóre przebiegają ukośnie pomiędzy innymi. Każdy strzępek stanowi nitkę komórkową, która miejscami wydaje boczne gałązki. Te ostatnie odchodzą albo tuż przed przegrodą, lub niżej ze ścian bocznych. Tu i owdzie spotykamy gałązkę ślepo zakończoną. Komórki sąsiednich strzępek często są połączone poprzeczną gałązką i pozostają ze sobą w łączności. Na obwodzie trzonu strzępki są węższe i bardziej skupione. Na samej powierzchni ściany brunatnieją, a światło komórek zapada się mniej lub więcej zupełnie. Ku środkowi trzonu strzępki stają się także węższe, lecz są luźniej splecione, a przeto przebieg ich jest całkiem nieregularny. Wielkie masy powietrza wypełniają tutaj przestrzenie między strzępkami.— Dopóki na treści strzępek nie uwydatni się niszczący wpływ wody, z trudnością można rozpoznać tę zawartość; tylko na ścianach poprzecznych miejscami spostrzegamy większe nagromadzenia treści komórkowej. Później powstają w komórkach duże wodniczki, gdzie niegdzie spotykamy małe kryształki.

Poprzeczne przecięcie trzonu ma wygląd miękiszowy, czego jednak nie można stwierdzić w środkowych częściach skrawka, gdzie strzępki widać także z boków. Tkanka ta wygląda tak, jakby składała się z nierównych i nieregularnie wielokątnych komórek, pozostawiających mniejsze lub większe przestwory i przerwy międzykomórkowe (rys. 78). Przy dokładnem rozpatrywaniu skrawka w samym środku niektórych komórek można dostrzec punkt błyszczący (por. rys.). Skrawek dotknął tutaj ściany poprzecznej a punkt środkowy wskazuje miejsce jamki pokrytej z obu stron przegrody małą ilością substancji mocno światło łamiącej. — W protoplazmatycznej warstwie ściennej komórek strzępek znajdują się liczne bardzo małe jądra. W młodych komórkach występują tylko dwa jądra. W błonach komórkowych większości grzybów stwierdzono chitynę.

Z budową plechy porostów najlepiej się zapoznać, badając gatunek pospolity na pniach drzew *Anaptychia ciliaris*. Zamiast świeżego materiału można użyć do badań materiału zielnikowy, zwilżony w wodzie



Rys. 78. *Psalliota campestris*. Część przekroju poprzecznego przez trzon ciała owocującego. W dwu strzępkach skrawek dotknął ściany poprzecznej, pośrodku której widać miejsce na jamki jako punkt środkowy.

Pow. 540 razy.



przed krajaniem. Na teraz uwzględnimy tylko budowę plechy, a nie znajdującą się na niej np. dzbaneczkowate apothecia. Wznosząca się plecha jest liściasto krzaczasta, na powierzchni grzbietowej szaro-zielona lub żywo-zielona, na brzusznej szara. Z brzegów plechy odchodzą sztywne rzęsy, które na końcach dzielą się widełkowato, a zetknąwszy się z podłożem, zrastają się z niem. Osadźmy kawałek plechy w rdzeniu bżowym i zróbmy skrawki poprzeczne. Przy dostatecznie silnem powiększeniu spostrzeżemy, że na powierzchni grzbietowej plecha składa się ze strzępków gęsto splecionych, grubościennych. Tworzą one t. zw. warstwę korową. Dalej nawewnątrz skręty strzępków rozluźniają się i tworzą luźną warstwę rdzeniową. Łatwo stwierdzić, że strzępek składa się z długiego woreczka, od czasu do czasu rozgałęzionego i podzielonego poprzecznymi przegrodami. Na granicy kory i rdzenia są rozrzucone stosunkowo wielkie zielone kuliste komórki glonu. Są one zupełnie podobne do glonu *Chlorococcum humicola* (Naeg) Rab. Strzępki przylegają do zielonych komórek glonu i doprowadzają im surowe soki odżywcze, za co wzajemnie otrzymują część substancji przyswojonych przez nie. Jest to więc tak zwana symbioza, wspólne pożycie grzyba i glonu, polegające na wzajemnej wymianie usług. Na brzusznej powierzchni plechy *Anaptychia* strzępki są znowu ze sobą ściślej splecione i tworzą rodzaj dolnej kory, lub też nie splatają się i luźna tkanka rdzeniowa ciągnie się aż do powierzchni brzusznej. Ten ostatni wypadek jest daleko częstszy. Na brzegach plechy warstwa korowa powierzchni grzbietowej zawsze przechodzi na stronę brzuszną. Z brzegów, jak już to gołem okiem widzieliśmy, odchodzą komórki (rhizinae), składające się z równoległych strzępków szczelnie ze sobą spojonych. Ich ściany są zabarwione na brunatno. Wiązki strzępków często rozdwiają się w nasadzie. — U innych porostów kosmki zwykle odchodzą z brzusznej powierzchni plechy. — Chlorek cynku jodowy natychmiast barwi ściany komórek glonu pięknie niebiesko, gdy tymczasem ściany grzyba wybierają barwę żółtą lub żółto-brunatną.

*Anaptychia ciliaris* posiada plechę warstwowaną heteromeryczną, gdyż glony tworzą w niej oddzielną warstwę. W porostach niższej organizacji plecha jest homoeomeryczna, t. j. glony są rozrzucone w całej tkance. Do ostatnich należą także porosty galaretowate, w których glony są pogrążone w przezroczystej galarecie poprzerzynanej strzępkami grzyba. Glony wchodzące w skład plechy porostów są różne, stosownie do gatunku; są one zabarwione zielono lub niebiesko-zielono, wszakże prawie wyłącznie należą do grup najniższych świata glonów. Obejmujemy je mianem „gonidjów” w porostach.

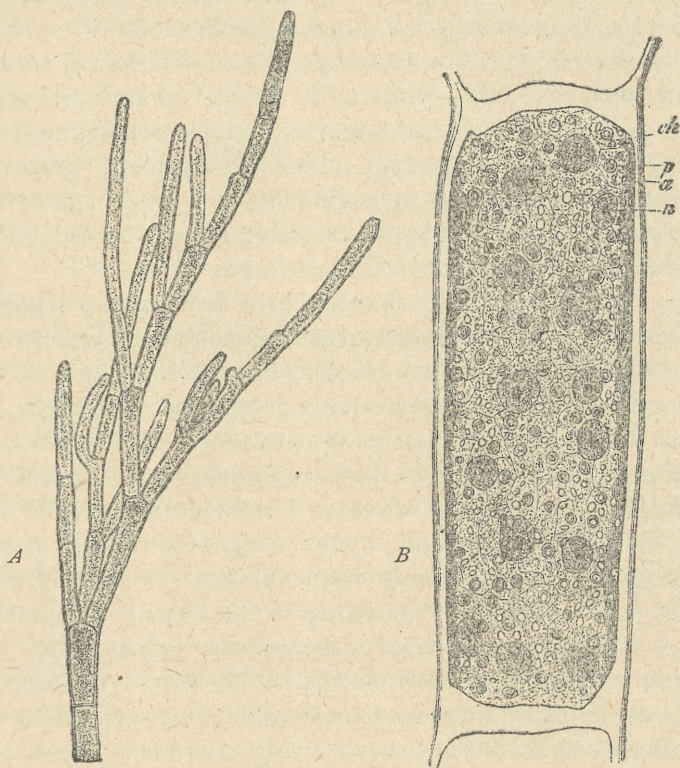
Gatunek glonu *Cladophora* przedstawia obficie rozgałęzione zielone nitki, coraz cieńsze w miarę rozgałęzienia. Jest to najbardziej rozpowszechniony gatunek glonu wód słodkich i każdy jego gatunek jest dobry do badania. Oznaczenie gatunku jest tu wszakże bardzo niepewne.



Do bliższego zbadania wybierzemy gatunek *Cladophora glomerata* (rys. 79 A), tworzący ciemno-zielone pływające darninki. Roślina rozgałęzia się wiązkwato; gałązki boczne, jak we wszystkich innych *Cladophorach*, wyrastają z górnego końca komórek. Rozgałęzienie jest akropetalne, tak że końcowe komórki gałązek uważać należy za komórki wierzchołkowe. Jednakże i ze starszych członków wyrastają później rozgałęzienia boczne niejako rozgałęzienia przybyszowe. Przy dostatecznie silnym powiększeniu zielony pokład ścienny komórki wydaje się złożonym z małych wielokątnych blaszek (rys. 79 B, *ch*),

odgraniczonych od siebie cienkimi bezbarwnymi linjami. W każdej blaszce widać mniej lub więcej liczne blade ziarnka (*a*). Poza tem w pojedynczych blaszkach znajdują się względnie wielkie twory, mniej lub więcej regularnie kuliste, mocniej światło łamiące, zwane pyrenoidami (*p*) i reagujące, jak białko; każdy pyrenoid otoczony jest powłoką mączki. Wnętrze komórki jest wypełnione sokiem poprzerzynanym bezbarwnymi nadzwyczaj cienkimi blaszkami plazmy,

które, odchodząc od pokładu ściennego dzielą światło komórki na nieregularne komory wielokątne rozmaitej wielkości. Miejscami w wewnętrznych blaszkach plazmy spostrzegamy chromatofory. Przy nastawieniu na optyczne przecięcie można zauważyć, że bezbarwna warstwa ścienna plazmy miejscami wystaje do światła komórki. Znajdują się tam jądra komórkowe, w których nawet przy szczególnie dogodnym położeniu można dostrzec jąderka. Mamy więc u *Cladophora*, jak to wynika z tego spostrzeżenia, komórki wielojądrowe. Rozgniótlszy dość mocno preparat,



Rys. 79. A—kawałek gałązki *Cladophora glomerata*, pow. 48 r. B—jedna komórka z tejże samej *Cladophory* według preparatu traktowanego kwasem chromowym i karminem, pow. 540 razy. *n*—jądro komórkowe, *ch*—chromatofory z *p*—pyrenoidami i *a*—ziarnami mączki.



zobaczymy, że w zgniecionych komórkach zawartość odstaje od ściany, pojedyncze blaszki chlorofilu oddzielają się od siebie i zaokrąglają. Jednocześnie uwydatniają się małe ziarnka (*a*) i pyrenoidy wyraźnie w chromatoforach, które teraz wyglądają tak samo, jak ziarna chlorofilowe roślin wyższych traktowane wodą. Jeżeli do preparatu dodamy nieco jodu w jodku potasu, wtedy małe ziarnka, jak również i okrywy pyrenoidów barwią się fioletowo, wszakże w zielnych chromatoforach są one brązowe. Tu i owdzie widoczne jądra komórkowe przybierają barwę brązową. Szukamy w tym preparacie miejsc nieuszkodzonych, gdzie ziarna mączki i pyrenoidy są dobrze zabarwione i w których przy głębszym nastawieniu można rozpoznać jądra.—Zbadajmy teraz jeszcze jedną nitkę umieszczoną bezpośrednio w kropli kwasu pikrynowego z alkoholem. W żółto-brązowej zabarwionej treści komórkowej wyraźnie występują pyrenoidy. W blaszkach chlorofilowych po pewnym czasie występują brązowe ziarnka o nieregularnych zarysach, pochodzące z rozłożonego barwnika chlorofilowego i występujące pod działaniem innych kwasów. Ziarna te są złożone z chlorofilanu.

Aby dokładniej zbadać jądra komórkowe i nabyć całkowitego wyobrażenia o ich rozmieszczeniu, zastosujemy jeszcze inne środki. Metody te dadzą nam przytem możność zapoznania się z niektórymi wypróbowanymi sposobami utrwalania i barwienia, którym badania histologiczne zawdzięczają swój postęp w ostatnich czasach.—W czystym alkoholu *Cladophory* kurczą się taśmowato, przeciwnie, dadzą się dobrze utrwaląć działaniem pewnych kwasów i mieszanin kwasów, które również nadają się dobrze dla tkanek wyżej uorganizowanych roślin, jeżeli tkanki te w odpowiednim stopniu rozdrobnimy i wrzucimy do roztworu. Umieścimy kilka gałązek *Cladophory* w 1% kwasie chromowym, drugą małą partję w stężonym kwasie pikrynowym, jeszcze inną w 1% kwasie chromo-octowym (kwasu chromowego 0,7%, kwasu octowego 0,3%), wreszcie jeszcze jedną w kwasie chromo-osmo-octowym (kwas chromowy 0,5%, kwas osmowy 0,2%, kwas octowy 0,2%). Przytem należy zwracać uwagę na to, aby objętość odczynnika była przynajmniej 100 razy większa od objętości przedmiotu, który chcemy utrwalić. W kwasie chromowym i w kwasie chromo-octowym pozostawiamy rośliny przez kilka godzin, nawet bez szkody do 24 godzin, w kwasie pikrynowym około 24 godzin. We wszystkich wypadkach przedmioty należy potem jak najstaranniej wymyć wodą bieżącą<sup>1)</sup>. Preparaty pikrynowe wymagają nadzwyczaj starannego traktowania, jeżeli mają być zabarwione hemateiną z amonjakiem.—Przedmioty w najrozmaitszy sposób utrwalone i dobrze wymyte umieszczamy następnie na szkiełkach zegarkowych z ałunem karminowym P. Mayera, albo z parakarminem Mayera. W borakskarminie skrawki pozostają wiele godzin. Inną partję nitek barwimy hematoksyliną ałunową

<sup>1)</sup> Porównaj rozdział XXXII.



Mayera. Od czasu do czasu na małych próbach należy pod mikroskopem kontrolować stopień zabarwienia, a po należytem zabarwieniu preparatów wyjąć je z barwników. Jeżeli pomimo tej ostrożności przedmioty zostaną przebarwione, t. j. gdy zabarwiły się za mocno, trzeba je umieścić w czystej wodzie lub w 1% wodnym roztworze ałunu i pozostawić je tam dopóty, dopóki nie otrzymamyżądanego natężenia barwy. Ażeby zabarwić preparaty pikrynowe według metody hemateino-amonjakalnej, jak to już wspomnieliśmy, trzeba wprzód usunąć z nich wszelki ślad kwasu pikrynowego. W tym celu przenosi się je do stosunkowo dużej ilości wody przegotowanej, którą należy często zmieniać. W tej wodzie, pozbawionej przez gotowanie kwasu węglowego, pozostawia się przedmioty 24—48 godzin, poczem dopiero można je barwić. Wrzucamy kilka kryształów hematoksyliny do małej ilości wody dystylowanej, do której wprowadzamy amonjak gazowy. Najlepiej to uskutecznić zapomocą tryskawki, zawierającej trochę płynnego amonjaku, w której obie rurki nie sięgają do płynu. Kryształy hematoksyliny rozpuszczają się, tworząc piękny fioletowy roztwór. Trzeba go mocno rozcieńczyć wodą dystylowaną i w takim roztworze pozostawić preparaty kilka godzin. Dostateczne zabarwienie i tutaj można kontrolować pod mikroskopem. Dobrze jest nieco przebarwić preparaty i potem przez kilka godzin myć je wodą dystylowaną. Preparaty utrwalone czem innym, a nie kwasem pikrynowym nie nadają się do barwienia hemateino-amonjakiem. Preparaty barwione boraks karminem wymywamy dystylowaną wodą. Jeżeli przytem protoplazma będzie zabarwiona, to zabarwienie to można usunąć przy pomocy 1% roztworu ałunu, albo 1% do 1/2% roztworu kwasu solnego. Jeżeli barwienie zostało wykonane parakarminem, to przemywanie uskuteczniamy odpowiednio słabym roztworem chlorku glinu w alkoholu, albo jeżeli to nie wystarczy, alkoholem, zawierającym 5% kwasu octowego.

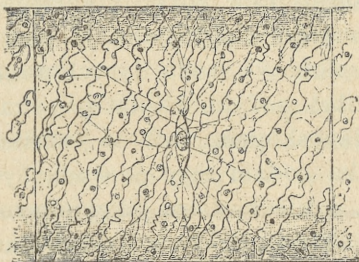
Jeżeli z przedmiotów barwionych chcemy otrzymać preparaty trwałe, to w takim razie zamykamy je w glicerynie albo w żelatynie glicerynowej. Przedmioty, brane tutaj pod uwagę, nie powinny być bezpośrednio przenoszone do tych płynów, albowiem wskutek nagłego odciągnięcia wody następuje zapadnięcie i kurczenie się komórek. Kładziemy przeto preparaty naprzód do bardzo rozcieńczonej gliceryny, która stęży się powoli na powietrzu. Wówczas bez szkody można przenieść nitki glinu do gliceryny stężonej lub do żelatyny glicerynowej. Preparaty glicerynowe zakleja się balsamem kanadyjskim. Żelatyna glicerynowa nie wymaga dalszego zaklejenia<sup>1)</sup>.

Preparaty zabarwione i utrwalone w rozmaity sposób poddajemy teraz ścisłemu badaniu i przekonywamy się, że najlepiej przedstawiają się z jednej strony preparaty utrwalone kwasem chromowym, względnie mieszaniną kwasu chromowego i barwione boraks karminem, z drugiej

<sup>1)</sup> Patrz zresztą str. 78.



strony przedmioty odpowiednio utrwalone i barwione hematoksyliną i hemateino-amonjakiem. Jednak należy wyraźnie podkreślić, że wynik ten stosuje się tylko do danego przedmiotu i w innych wypadkach pierwszeństwo może mieć metoda, która tutaj okazuje się mniej korzystną. Zdarza się także często, że skądinąd wypróbowany sposób barwienia z niewiadomych przyczyn nie udaje się i dlatego nigdy z jednego przypadku nie należy wyciągać ogólnych wniosków. Wogóle utrwalenie i barwienie treści komórkowej stało się oddzielną sztuką wymagającą studjów i wprawy tak, że przy pierwszych próbach należy być przygotowanym na zawód. — Wybraliśmy tu *Cladophorę* jako najodpowiedniejszy przedmiot do zapoznania się z rozmaitemi metodami utrwalania i barwienia; ktoby się chciał ograniczyć do metody najpewniejszej, prawie nigdy nie zawodzącej, niech utwali preparaty 1% kwasem chromowym w sposób wyżej podany, a potem jedną część preparatów barwi boraks karminem, a drugą hematoksyliną. Barwienie boraks karminem udaje się prawie zawsze.



Rys. 80. *Spirogyra majuscula*. Komórka z nitki odrysowana przy rozmaitych nastawieniach; zaznaczono również jądro środkowe i dźwigające go nitki. Pow. 240 razy.

Na preparatach karminowych (rys. 79 B) jądra występują bardzo wyraźnie. Pyrenoidy, jako też pozostała plazma komórkowa są prawie niezabarwione, ziarna mączki także nie przyjęły żadnego barwnika. Jądra, na które szczególnie zwracamy uwagę, są prawie jednostajnie rozmieszczone w komórce, przylegają od wewnątrz do warstwy chlorofilu i wystają do światła komórki. Każde jądro zawiera mocniej zabarwione jąderko i wydaje się

jakby drobnoziarniste lub delikatnie dziurkowane. — Preparaty hematoksylinowe, względnie hematoinowe przedstawiają jądra mocno zabarwione, a prócz tego, chociaż mniej wyraźnie pyrenoidy. Ziarna mączki nie są zabarwione, ale zato mikrozomy w cytoplazmie barwią się prawie tak mocno, jak pyrenoidy.

Rodzaj *Spirogyra* przedstawia pojedynczą nitkę komórkową. Wybierzmy do badania gatunek posiadający środkowe jądro łatwo dostrzegalne. Taką budowę posiada, na przykład, *Spirogyra majuscula*, którą nierzadko spotykamy w kałużach wodnych. Jednakże i inne gatunki ze środkowym jądrem mogą równie dobrze służyć do badania i w istotnych stosunkach budowy mało się od siebie różnią. Raz zaopatrzywszy się w dobry materiał, trzeba starać się o zachowanie go przy pomocy hodowli. W kulturach pokojowych *Spirogyry* giną bardzo prędko. Najlepiej można je hodować w naczyniach z wodą deszczową albo z filtrów, umieszczonych na oknie chłodnego pokoju, zwróconego ku północy. Glony pozostawimy samym sobie w spokoju i w taki sposób rośliny



mogą przezimować. Dla stałych kultur większości glonów słodkowodnych można zastosować większe akwarja, np. takie, które zawierają od 30—40 litrów wody. Akwarjum takie zostaje zrobione ze ścian szklanych, oprawionych w metalowe ramy. Na środku dna umieszczamy dwie prostopadłe rury, z których jedna łączy się z rurą wodociągową, a druga służy do odprowadzania wody. Z rurą doprowadzającą łączymy zagiętą rurę ruchomą, aby w ten sposób strumień wody mógł być kierowany w najrozmaitsze miejsca akwarjum. Wylot tej rury musi się znajdować zawsze przynajmniej 10 cm. pod powierzchnią wody. Rura odprowadzająca określa poziom wody. Rura ta jest zaopatrzona w odpowiednią nakrywkę, aby glony pływające nie zostały porywane do jej wylotu. Wogóle jest dobrze, jeżeli w akwarjum glony są umocowane bądź przy pomocy kamieni, bądź też przy pomocy pojedynczych nitek wyciągniętych na ścianę szklaną i tam wysuszonych. W akwarjach, jak powyżej, opisane glony nie tylko są zaopatrzone stale w świeżą wodę, ale mają zawsze pożądaną chłodną temperaturę. Bezpośrednie oświetlenie słoneczne powinno być zawsze wykluczone. — Do pewnych celów glony należy hodować w pożywkach. Szczególniej odpowiednią jest tutaj pożywka Knoppa, zawierająca na 4 części siarczanu wapnia, 1 część siarczanu magnezji, 1 część azotanu potasu i 1 część fosforanu wapnia. Przygotowując ten roztwór, należy najpierw rozpuścić obie sole potasowe i magnezję i po dostatecznym rozcieńczeniu dodać rozpuszczonego azotanu wapnia. W tych warunkach strąca się tylko nieznaczna część nierozpuszczalnych fosforanów wapnia. Dodawanie żelaza naogół nie jest potrzebne, ponieważ ślady tego pierwiastku, jakie się dostają z materiałem początkowym i z wodą do kultur, są najzupełniej wystarczające. Pożywkę stosujemy w roztworach od 0,2% do 0,5% zawartości soli<sup>1)</sup>.

Komórki *Spirogyra majuscula* w stanie dojrzałym są około  $1\frac{1}{2}$ —2 razy tak długie, jak szerokie (rys. 80). Błona komórkowa jest wysłana delikatną, bezbarwną, protoplazmatyczną warstwą ścienną, którą wyraźnie występuje podczas plazmolizy, t. j. przy wywołaniu skurczenia się ciała protoplazmatycznego komórki środkami, odciągającymi wodę, jak roztworem cukru, gliceryną, roztworami soli kuchennej lub saletry. Na bezbarwnej warstwie ściennej leży 8—10 wstęg chlorofilowych, tworzących dosyć strome i skupione skręty. Wstęgi mają zarys zatokowaty i są dostatecznie przezroczyste tak, że pozwalają obejrzeć wnętrze komórki. We wstęgach w nieregularnych odstępach pogrążone są gęste kuliste bezbarwne ciała, t. j. znane nam już pyrenoidy. Te pyrenoidy są otoczone warstwą małych ziarn mączki. U tego gatunku centralne jądro jest wrzecionowate, jeżeli wszakże przez ciśnienie komórki zmienimy jego położenie tak, aby je zobaczyć z boku, wówczas przedstawia się jako krą-

<sup>1)</sup> Według G. Klebsa: Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. 1896, str. 8 i nast.



żek, w rzeczywistości więc ma kształt dwuwypukłej soczewki. W jego środku zwykle leży jedno wyraźne jąderko, rzadziej jest ich dwa lub trzy rozrzuconych wewnątrz jądra. — U innych gatunków pokrewnych jądro jest grubsze i w naturalnem położeniu komórki ma kształt prostokąta z zaokrąglonemi kątami. — Jądro jest otoczone bardzo cienką warstwą plazmy, od której odchodzą delikatne nici cytoplazmatyczne do obwodu komórki. Na tych nitkach pośrodku zawieszono jest jądro, a światło komórki wypełnione sokiem komórkowym. Wszystkie nitki wychodzą z wąskiej krawędzi jądra, zwykle rozwidlają się w swym przebiegu kilkakrotnie i spajają z wewnętrzną powierzchnią wstęg chlorofilowych, mianowicie, w miejscach wystających, gdzie się znajdują pyrenoidy. W wielu razach łatwo się o tem można przekonać przy powolnej zmianie nastawienia mikroskopu.

## ROZDZIAŁ XX.

Okrzemki. Glony rozszczepkowe. Drożdże.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: *Pinnularia viridis*, żywa. — *Nostoc commune*. — *Oscillaria princeps* albo inny gatunek *Oscillaria*. — *Saccharomyces cerevisiae*.

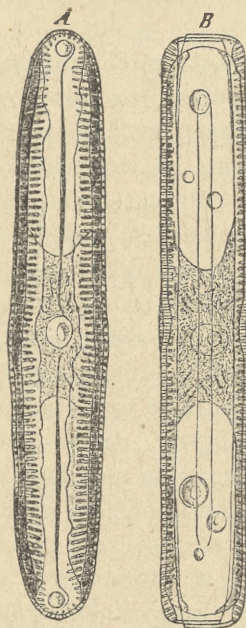
### Najważniejsze odczynniki:

Błękit metylenowy. — Kwas siarczany. — Kwas solny. — Kwas chromowy w rozmaitych stężeniach. — Błękit metylenowy. — Roztwór eozyny.

Okrzemki są to jednokomórkowe organizmy, tworzące odrębną grupę świata organicznego i żyjące częściowo w wodzie, częściowo na wilgotnej ziemi. Najodpowiedniejszym przedmiotem dla zorientowania się w budowie okrzemek jest *Pinnularia viridis*, gatunek bardzo rozpowszechniony w stojących i płynących wodach. Wśród form słodkowodnych wyróżnia się swoją stosunkowo znaczną wielkością, przez co pozwala z łatwością wejrzeć w stosunki budowy swego ciała. Pod mikroskopem, gdzie badać ją trzeba przy najsilniejszym powiększeniu, przedstawia się jako wydłużona elipsa albo jako prostokąt z zaokrąglonemi kątami. W pierwszym wypadku widzimy ją ze strony skorupkowej (rys. 81 A), w drugim wypadku ze strony wiązadłowej (rys. 81 B). W położeniu skorupkowym błona komórkowa przedstawia wąskie prążki, przebiegające od brzegu ku środkowi, którego wszakże nie dosięgają (A). Środkowa gładka powierzchnia wolna od prążków na obu końcach i w środku posiada zgrubienia silnie światło łamiące, zwane węzłami. Oba końcowe węzły są połączone ze środkowym linją, która obok środkowego węzła



z obu stron zagina się w tym samym kierunku i kończy nieznacznym nabrzmieniem. Węzły końcowe są sierpowato otoczone przeciwległymi końcami linji, która zagina się na obu końcach w tym samym kierunku, co w węzle środkowym. W przebiegu swym pomiędzy węzłami linja nieco się rozszerza; przypuszczamy, że jest ona szparą, prowadzącą do wnętrza komórki, zwaną ścięgnem środkowym. Prążki nie przechodzą na stronę główną (B), widzimy je tylko na bocznych brzegach obrazu. Przy nastawieniu na optyczne przecięcie i dokładnem obejrzeniu końców komórki, można stwierdzić szczególny fakt, że środkowy pas ściany jest podwójny. Dokładniejsze badanie stwierdza, że mamy tu do czynienia z zachodzeniem na siebie oddzielnych części błony. Do brzegów obu eliptycznych części ściany, które widzieliśmy w położeniu skorupkowym, przytykają części błony, kończące się swobodną krawędzią. Przeto ściana komórki składa się z dwu połówek, z których jedna siedzi w drugiej. Jest to zjawisko naogół charakterystyczne dla okrzemek. Budowa ściany u Pinnularii w zupełności odpowiada budowie eliptycznego pudełka z przykrywką. Boczne ściany przykrywki są tej samej wysokości, co boczne ściany pudełka, lecz nie są zupełnie zasunięte jedna w drugie. Jeżeli teraz z optycznego przecięcia przejdziemy do obrazu powierzchni komórki, możemy wyśledzić brzegi obu połówek komórki w postaci bardzo cienkich linii.—Obustronnie prążkowane płaszczyzny ściany komórkowej nazywamy skorupkami, gładkie zaś ściany boczne spajają się ze skorupkami i są swobodnie zakończone wiązadłami bocznymi; stąd pochodzi wyżej już wymieniona nazwa dla obu położeń. U Pinnularii łatwo uwolnić jedną połówkę ściany komórkowej z drugiej przez ucisk, albo przy pomocy odczynników chemicznych; tu i owdzie znajdują się także okazy obumarłe, w których dokonało się to samo przez się mniej lub więcej zupełnie. Przy ucisku z łatwością łamią się wiązadła w pewnej odległości od brzegu wzdłuż linji równoległej do tego brzegu. Przy każdym brzegu znajduje się jedna taka linja, a więc dwie w każdym położeniu wiązadłowem; można je czasami wyraźnie rozpoznać, jako cieńsze miejsca wiązadeł. Nie dochodzą one do końców komórki. Treść komórki przedstawia się rozmaicie, stosownie do tego, czy mamy przed sobą położenie skorupkowe czy wiązadłowe. W pierwszym wypadku (rys. 81 A) od jednego końca komórki do drugiego biegnie środkowy jasny pasek; bezbarwna protoplazma komórki jest widoczna i w połowie długości gromadzi się w postaci dwuwklęsłego



Rys. 81. Pinnularia viridis. A — obraz ze strony skorupkowej, B — ze strony wiązadłowej. Pow. 540 r.



mostku plazmatycznego. Na tym mostku leży jądro zaopatrzone we względnie wielkie jąderko i nie zawsze widzialne bez pomocy odczynników. Z jasnymi pasami z obu stron graniczą brunatno zabarwione chromatofory o zarysach dość gładkich lub zatokowatych. Są to t. zw. blaszki endochromu. Przylegają one więc do stron wiązadłowych. W mostach plazmatycznych można dostrzec małe, parami ułożone blaszki, które rozpatrywane z boku wyglądają pałeczkowato i prawdopodobnie stanowią materiał zapasowy. Wreszcie w protoplazmie i soku komórkowym spotykamy często choć nie zawsze większe lub mniejsze krople tłuszczu, powstające tutaj jako wytwór asymilacji zamiast mączki, dalej t. zw. ziarna, albo kulki wolutyny (patrz niżej). W położeniu wiązadłowym ciało komórki wygląda jednostajnie brunatnie, albowiem chromatofor wyściela wtedy cały bezbarwny pokład ściany. Tylko na obu najbardziej zewnętrznych końcach protoplazmy widać teraz bezbarwną protoplazmę. Chromatofor jest równomiernie gruby i jednakowo zabarwiony bez wyraźnego różniczkowania. W położeniu wiązadłowym środkowe nagromadzenie plazmy także ma postać dwuwklęsłego mostu.

Przeglądając dawniej przygotowane przez nas preparaty *Cladophora*, z pewnością znajdziemy inne okrzemki, przylegające do nitki tego glonu. Są one wypadkowe utrwalone jednocześnie z tym glonem i zabarwione; w każdej komórce możemy dostrzec pięknie zabarwione jądro.

W bardzo rozcieńczonym wodnym roztworze błękitu metylenowego (0,001%) udaje się zabarwić na żywo jądra okrzemki; jednocześnie występują w cytoplazmie i w soku komórkowym zabarwione także kulki wolutyny, drobne kuliste utwory, dawniej zwane kulkami Bütschli'ego. Utwory te składają się z substancji półpłynnej, według wszelkiego prawdopodobieństwa głównie zawierającej kwasy nukleinowe wolutyny, która, rozpowszechniona szczególnie u niższych roślin, nie rozpuszcza się ani w eterze, ani w alkoholu; zato rozpuszcza się w ciepłej wodzie, a w komórkach zgniecionych także w zimnej. Dla wolutyny szczególnie charakterystyczne jest zachowanie się pod działaniem błękitu metylenowego i kwasu siarczanego. Barwiąc, mianowicie, błękitem metylenowym (1 część stężonego roztworu alkoholowego na 10 części wody) i dodając po wystąpieniu silnego zabarwienia 1% kwasu siarczanego, wówczas treść komórkowa zostaje odbarwiona, z wyjątkiem wolutyny, która zabarwiła się ciemno-niebiesko.

Pomiędzy licznymi okazami *Pinnularii* tu i owdzie można znaleźć okazy podwójnie złożone. Są to okazy siostrzane, zawdzięczające swoje powstanie podziałowi komórki macierzystej, jakie nastąpiło na krótko przedtem. Przylegają do siebie stronami skorupkowymi i jeżeli ich ściany są zupełnie wykształcone, można stwierdzić, że wiązadła od wewnętrznych skorupki siedzą w wiązadłach skorupki zewnętrznych. Wewnętrzne półowki ściany każdego nowopowstałego osobnika zostały utworzone po podzieleniu się treści komórki macierzystej. Każda komórka posiada



przeto jedną połówkę ściany starszą i jedną młodszą, a różnica wieku pomiędzy dwiema połówkami może być bardzo znaczna.

Okazy Pinnularii znajdują się w ruchu. Zazwyczaj komórki posuwają się wzdłuż swej osi podłużnej równomiernie albo skokami również odchylając się ze swej drogi na boki. Tylko okrzemki posiadające ściętno środkowe są zdolne do takiego ruchu; wedle wszelkiego prawdopodobieństwa ruch ten zostaje spowodowany strumieniem protoplazmy, płynącym i w szparze. W zdolności do ruchu okrzemki posiadają doskonały środek do wyszukania dogodnych miejsc, celem wykonania swych czynności życiowych.

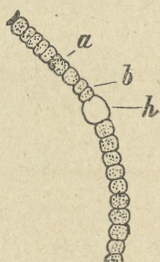
Umieszczamy jeszcze jeden preparat Pinnularii na płytce mikowej i wypalamy ją nad płomieniem. Potem umieszczamy blaszkę mikową na szkiełku przedmiotowym i rozpatrujemy preparat na sucho, jednakże pod szkiełkiem przykrywkowym przy silnem powiększeniu. Stwierdzimy wówczas, że z Pinnularii pozostał całkowity szkielec. Przy krótkim wypaleniu szkielec te wskutek zwęglenia substancji organicznej, są cokolwiek zbrunatniałe; po dłuższem wypaleniu stają się bezbarwne. Kwas solny nie działa na nie; składają się one z kwasu krzemowego i zachowują najdokładniejsze właściwości budowy ściany komórkowej, która jest przepojona w wysokim stopniu krzemionką. Na takich preparatach prążki rysują się bardzo wyraźnie jako ciemne pasma. Także i pozostałe właściwości budowy ściany komórkowej można obejrzeć bardzo dokładnie. W położeniu skorupkowym bardzo pięknie przedstawiają się szpary, przebiegające po obu stronach środkowego węzła ku węzłom końcowym. Wyraźne jest ich rozszerzenie w połowie długości. W położeniu wiązadłowym wydatnie występują brzegi obu połówek ściany komórkowej; na połowce przykrywkowej widzimy nadto dwie linje, równoległe do siebie i do brzegów obu połówek ścian komórkowych, które nie dochodzą do końców komórki.—Piękne szkielec okrzemkowe możemy otrzymać, działając najpierw na nasze okrzemki kroplą stężonego kwasu siarczanego, po pewnym czasie dodając do tego powoli kwasu chromowego 20%, później stężonego i wreszcie wypłukując te odczynniki wodą. — Skorupki okrzemek, ubogie w krzemionkę, nie wytrzymują ani żarzenia, ani działania powyżej wymienionych odczynników; takie okrzemki umieszczamy na cztery do siedmiu dni w kwasie solnym, do którego powoli dodajemy chloranu potasu w małych kryształach. Następnie przenosimy materiał na dwa dni do amonjaku i wreszcie do kwasu azotowego. Jako prosty sposób, przy pomocy którego można rozpuścić treść komórkową okrzemek i otrzymać przeważnie dobre preparaty skorupki, zaleca się traktowanie nadmanganianem potasu. Do świeżej masy zawierającej okrzemki dodajemy kryształy nadmanganianu potasu, około 1 części soli na 10 części wody; potem mieszaninę umieszczamy w kolbce o pojemności 100 cm. i ustawiamy na blasze pieca albo też na słońcu i od czasu do czasu wstrząsamy. Następnie naczynie napełniamy do połowy wodą i dodajemy 0,5 gr. wpa-



lonej magnezji. Po 2 lub 3-ch godzinach wlewamy do tego co 10 minut po 1 gr. kwasu solnego. Operacja będzie ukończona, gdy zawartość naczynia odbarwi się; poczem przemywamy wodą dystylowaną.

Dawniej, a w niektórych wypadkach i dzisiaj dzięki nadzwyczaj delikatnej budowie błony komórkowej okrzemek używa się ich jako przedmioty próbne do sprawdzania silniejszych mikroskopowych systemów obiektywów.

Najbogatszy materiał okrzemkowy znajdujemy wiosną i jesienią. Rdzawe żółto-brunatne śluzowate naloty na podłożu i na kamieniach we względnie czystej stojącej albo płynącej wodzie na kołach młyńskich wskazują na obecność okrzemek. Liczne okrzemki trzymają się roślin wodnych również na zwartych darninkach mchu, na wilgotnych ścianach skał organizmy te występują w większych ilościach. Znajdujemy je również często w odpowiednich miejscach w cieplarniach, z których zwłaszcza zimą można je wydestać.



Rys. 82. *Nostoc*. Kawałek nitki. *h*—heterocysta, *a* i *b*—dzielące się komórki. Pow. 540 r.

Masy galarety niewyraźnego kształtu, sfałdowane, oliwkowo zielone, często spotykane na wilgotnych drogach, należą do glona rozszczepkowego, (*Cyanophyceae*) *Nostoc commune* Vauch. Z glona tego możemy zimą używać materiał suchy, który przed badaniem należy rozmoczyć w wodzie. Umieszczając trochę tej galarety pod mikroskopem, przekonamy się, że jest ona poprzerzynana nitkami w tym lub innym kierunku powyginanemi w postaci różańca (rys. 82). Protoplazma każdej z tych beczułkowatych komórek, z których złożone są nitki, posiada część obwodową wydrążoną, która oprócz chlorofilu zawiera jeszcze niebiesko-zielony

barwnik, fykocyjan, w małych mniej lub więcej gęsto ułożonych ziarenkach, dalej większe okrągłe utwory wyróżniane jako ziarenka cyjanoficyny, kropelki tłuszczu glikogenu i wodniczki. Środek komórki zajmuje t. zw. ciało środkowe, co do uznania którego za jądra, poglądy są jeszcze sprzeczne. Od jądra wyżej uorganizowanych roślin różni się on swem niedostatecznym odgraniczeniem od otaczającej protoplazmy; podczas swych podziałów wykazuje momenty, przypominające obrazy podziału jądra.—Napotkamy zawsze wiele komórek w okresie podziału. Są one dłuższe i w środku wykazują słabe zwięźlenie (przy *a*). Po tym ryńienkowatym zwięźleniu następuje wytwarzanie przegrody (przy *b*), postępujące od zewnątrz ku wewnątrz. Błony komórek są bardzo delikatne. Przez postępujące pęcznienie ich warstw zewnętrznych powstaje bezbarwna jednorodna galareta, w której zanurzone są nitki. W nitce włączone są pojedyncze większe kuliste komórki (*h*), posiadające grubszą błonę i zawierające jednolitą brunatno-żółto zabarwioną treść. Są to t. zw. komórki graniczne czyli heterocysty. W miejscu zetknięcia się z przy-

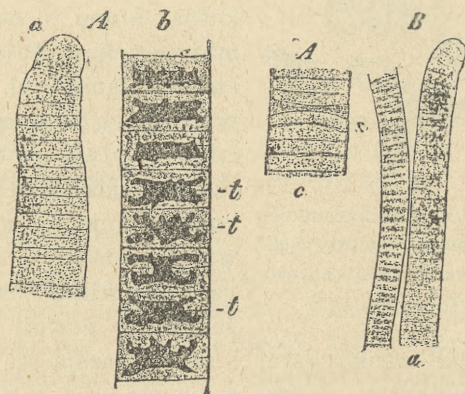


legającymi komórkami w heterocyście można zauważyć po jednym małym wystającym wyrostku.

Wszędzie w wodach stojących, a także i na mulistym gruncie, nawet na doniczkach od kwiatów w cieplarniach spotykamy *Oscylarie*, które, jak *Nostoc*, należą do glonów rozszczepkowych. Obecność ich często zdradza nieprzyjemny zapach zgnilizny. Hodowane w naczyniach wpełzają na ściany ponad powierzchnię wody. Są to prawie proste lub skręcone nici zabarwione niebieskawo-zielono, oliwkowo-zielono, albo brudnato i odznaczające się w wielu razach żywymi ruchami. Nitki są wolne lub zamknięte w pochwach galaretowatych. Mogą one pojedynczo lub skupione w większej liczbie tkwić w tych pochwach. Pochwy powstają z zewnętrznych warstw błony.

Tam, gdzie te warstwy rozplývają się niema pochw. Nitki są podzielone poprzecznymi przegrodami na krótkie tarczowate komórki. U wielu gatunków przegrody te można wyróżnić z wielką łatwością, u innych znowu bardzo trudno. Treść komórkowa odpowiada w istocie treści u *Nostoc*. — Jest to obojętne, jaki gatunek weźmiemy do badania; dajemy jednak pierwszeństwo formom grubszy, zao-

patrzonym w wyraźne przegrody, jak to przedstawia rysunek 83. — Przez odpowiednie traktowanie u tych *Oscylarij* ciała środkowe dadzą się z łatwością i szybko widocznie. Najpierw wymywamy nitki wodą, aby je oczyścić z ewentualnych zanieczyszczeń. Potem przenosimy do 1% kwasu chromowego i pozostawiamy je w nim na 5 minut. Następnie przemywamy je wodą i poddajemy działaniu około 3 minuty stężonego wodnego roztworu, 4 części błękitu metylenowego i 1 części eozyny. Nitki przemywamy wodą, badamy następnie w wodzie. Możemy je również wysuszyć na szkiełku przedmiotowym i kiedy zupełnie wyschły dodać balsamu kanadyjskiego i w taki sposób zrobić dobry preparat trwały. Nitka *Oscylarii* tak utrwalona i zabarwiona, daje obraz, jak przedstawiony na rys. 83 *A*, *b*. Ciała środkowe są niebieskie, protoplazma zabarwiona na czerwono-różowo. Pojedyncze komórki znajdują się w sta-



Rys. 83. *A*—*Oscillaria princeps*, *B*—*Oscillaria Froelichii*. *a* - zakończenia nitki, *b* - kawałki z wewnętrznej części nitki, *t* - dzielące się komórki, przy *B*, *b* - ziarenka zebrane na przegrodach poprzecznych; w *A*, *c* - widać komórkę obumarłą, między żywymi. Kawałek nitki *A*, *b* - po utrwaleniu w kwasie chromowym i zabarwieniu błękitem metylenowym z eozyną, inne kawałki nitki według okazów żywych, pow. *A*, *a* i *B*—1080 razy. *A*, *b* i *c* - około 2200 razy



djum podziału; widać w nich dzielące się ciała środkowe i pomiędzy częściami podzielonemi przenikającą przegrodę. Bardzo charakterystyczne są zjawiska ruchu nitek. Nitki wykonywają nierównomierne zagięcia i zmiany miejsca.

Bardzo prosto zbudowane organizmy spotykamy u grzybów, obejmowanych nazwą *Saccharomycetes*. Zaopatrujemy się w drożdże piwne, najlepiej w fermentujący sód z browaru i badamy go w wodzie pod silnem powiększeniem. Znajdziemy pole widzenia wypełnione małemi komórkami, które są osobnikami t. zw. grzybka piwnego (*Saccharomyces cerevisiae*), względnie jakąś rasę drożdży, należąca do tego grzyba. Komórki są kuliste lub elipsoidalne, posiadają delikatną błonę i wewnątrz jeden wielki lub kilka mniejszych wodniczek, jako też kilka ziarenek silniej światło łamiących (rys. 84). Jądro można wykryć tylko przy pomocy odczynników, ale nawet i wówczas niełatwo go dostrzec. Liczne komórki znajdują się w stadium rozmnażania. W danym przypadku rozmnażanie to występuje w postaci t. zw. pączkowania, mianowicie na komórkach tworzy się jedna, rzadziej kilka małych guziczkowatych nabrzmiałości, które powoli przybierają kształt i wielkość komórki macierzystej i odgraniczają się od niej przegrodą. Przy bardzo energicznym rozwoju nowopowstałe komórki są połączone w małe łańcuszki tu i owdzie rozgałęzione; przy powolnym rozwoju komórki oddzielają się od siebie przed każdym nowem pączkowaniem. Z powodu tego rozmnażania się przez pączkowanie, grzyby drożdżowe są także zwane grzybami pączkującemi. Znamy jednakże organizmy, należące do tej grupy i zwane *Schizosaccharomycetes*, które rozmnażają się przez podziały poprzeczne. W płynach, zawierających cukier, drożdże wywołują fermentację alkoholową. W podłożu zubożalem w materje pokarmowe, w komórkach drożdży następuje wytwarzanie zarodników.



Rys. 84. *Saccharomyces cerevisiae*; komórki pączkujące i niepączkujące.

Pow. 1400 razy.

komórki macierzystej i odgraniczają się od niej przegrodą. Przy bardzo energicznym rozwoju nowopowstałe komórki są połączone w małe łańcuszki tu i owdzie rozgałęzione; przy powolnym rozwoju komórki oddzielają się od siebie przed każdym nowem pączkowaniem. Z powodu tego rozmnażania się przez pączkowanie, grzyby drożdżowe są także zwane grzybami pączkującemi. Znamy jednakże organizmy, należące do tej grupy i zwane *Schizosaccharomycetes*, które rozmnażają się przez podziały poprzeczne. W płynach, zawierających cukier, drożdże wywołują fermentację alkoholową. W podłożu zubożalem w materje pokarmowe, w komórkach drożdży następuje wytwarzanie zarodników.



## ROZDZIAŁ XXI.

Bakterje. Ich kształt. Metody badania. Preparaty na szkiełku przykrywkowym. Utrwalanie i barwienie bakteryj. Barwienie zarodników. Badanie tkanek pod względem wartości bakteryj. Historia rozwoju. Wilgotna komora. Odnajdywanie określonych miejsc w preparacie.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: kultury bakteryj. — Bakterje z osadu zębowego. — *Bacillus radicolosa* z brodawek korzeniowych łubinu, albo innej rośliny strączkowej, względnie materiał alkoholowy. — *Bacillus subtilis*.

### Pożywki. Odczynniki:

Bezwzględnie potrzebne są: roztwór jodu w jodku potasu, 50% kwas octowy, 3% ług potasowy, fiolet gencjanowy, błękit metylenowy, fuksyna karbolowa, woda anilina—fuksyna. Co się tyczy innych środków pomocniczych, porównaj tekst.

Teraz naszym zadaniem będzie zapoznanie się z najmniejszymi organizmami, jakie znamy, t. j. bakterjami<sup>1)</sup>. Ogólne rozpowszechnienie tych organizmów w wielkiej ilości gatunków na całej ziemi i znaczenie, jakie posiadają, wywołując gnicie, butwienie, liczne procesy fermentacyjne i choroby zaraźliwe, nadało badaniom nad temi organizmami w ostatnich latach niesłychane rozmiary. Bakterjologia rozwinęła się w specjalną naukę i jest traktowana w licznych obszernych dziełach. Dzieła te zajmują się głównie mikroskopowem odróżnieniem bakteryj na podstawie określonych metod barwienia, ich kulturami czystymi i ich chemicznem i chorotwórczem działaniem. Do dzieł tych musi się zwrócić ten, kto chce się poświęcić specjalnie studjom bakterjologicznym<sup>2)</sup>. Niniejszy rozdział może sobie postawić za zadanie tylko wprowadzenie początkujących w dziedzinę bakterjologii, zapozna ich z botaniczną stroną zadania i przedstawi niektóre najważniejsze metody preparowania, względnie barwienia.

Z początku weźmiemy pod uwagę tylko najbardziej rozpowszechnione formy bakteryj, aby się zorientować ze stosunkami budowy, panującymi w tej grupie.

<sup>1)</sup> Przegląd całego przedmiotu i literatury u A. Fischera: Vorlesungen über Bakterien, 2-gie wydanie, 1903 i W. Benecke: Bau und Leben der Bakterien, 1912.

<sup>2)</sup> Zwłaszcza dla praktycznego użytku lekarzy należy polecić: Bakteriologisches Taschenbuch von Rudolf Abel, 23 wydanie, 1920. Pod względem botanicznym: Artur Meyer: Praktikum der botanischen Bakterienkunde, 1903, także Ernst Küster: Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen, 2-gie wydanie, 1913. Pod względem rolniczym: F. Löhnis: Landwirtschaftliches bakteriologisches Praktikum, 2-gie wydanie, 1920.



Z początku nie będzie nam chodziło o zbadanie określonego gatunku, ale raczej pozostawimy to przypadkowi, jaka forma wpadnie nam do rąk. Ugotujmy kilka zielonych liści, np. sałaty i pozostawmy w otwartym naczyniu w pokoju w temperaturze, stosunkowo wysokiej. W innym naczyniu zalejmy małą ilością wody ziarno grochu zabite poprzednio przez zanurzenie we wrzącej wodzie. Jednocześnie umieścimy na szkiełkach zegarkowych lub przedmiotowych gotowane kawałki marchwi, brukwi, kartofla i rozstawmy je tu i owdzie w miejscach ciepłych i umiarkowanie wilgotnych części odkryte, części pod kloszem szklanym.— Na odwarze z liści zwykle po 2-ch dniach tworzy się powłoka, czyli kożuch. Na skrawkach rozmaitych jarzyn ukazują się małe białawe lub zabarwione masy galaretowate, które powiększają się i zlewają z sobą. Na kawałkach kartofla utwory te przybierają kształt białego kożucha, później szarzejącego, a wkońcu brunatnego pomarszczonego; odrobinę takiej masy galaretowatej umieścimy w kropli wody na szkiełku przedmiotowym. Przeniesienie to najlepiej uskutecznić zapomocą igielki platynowej, t. j. drucika platynowego zagiętego na jednym końcu w oczko, a drugim końcem wtopionego w pałeczkę szklaną. Drucik platynowy najpierw wypalamy i natychmiast używamy po ostudzeniu, jeżeli chodzi o wykluczenie zanieczyszczenia materiału przez inne bakterje. Kroplę pokrytą cienkim szkiełkiem przykrywkowym badamy przy możliwie najsilniejszym powiększeniu, i stwierdzamy, że zawiera ona nieskończoną ilość nadzwyczaj małych ciałek, wyglądających jak punkty. Ciałka są ułożone obok siebie na podobieństwo sznura pereł; leżą także pojedynczo, lub parami, oraz połączone w nitki. Mamy tu do czynienia z kokkami, pogrążonemi w substancji galaretowatej. Kokkami nazywamy bakterje kulistego kształtu. Takie masy bakteryj, leżące w galarecie, nazywają się zoogłęą. Galareta pochodzi z rozpęczniałych błon bakteryj. W błonach tych u pewnej ilości bliżej zbadanych form stwierdzono węglowodany i związki azotowe.— Bardziej prawdopodobnem jest, że galareta wzięta do badania zawiera nie okrągłe kokki, ale krótsze lub dłuższe pałeczki. W dłuższych pałeczkach możemy stwierdzić budowę złożoną z krótszych członów, co szczególnie wyraźnie występuje, jeżeli do preparatu dodamy roztworu jodu. (Jodek potasu 0,5 części, jod—1,0 części na 100 części wody dystylowanej). Człony wyglądają wówczas znacznie krótsze od tych, jakie oglądaliśmy w stanie świeżym. Teraz występują zwłaszcza takie przegrody, które przedtem były niewidoczne. Z takich obrazów możemy sobie wytworzyć sąd o rozmnażaniu bakteryj, następującego przez ciągle podziały. Taki sposób rozmnażania w przeciwieństwie do pączkowania bakteryj, nadało bakterjom miano grzybów rozszebepkowych.

Aby na takich żywych niezabarwionych przedmiotach uwydatnić granice mas galaretowatych, użyjemy najlepiej chińskiego tuszu. Tusz ten musi być starannie rozmieszany wodą, można go jednak od razu



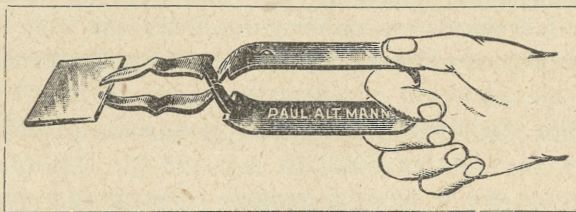
zastosować w formie płynnej, jak np. preparat dostarczany przez Dr. Gröblera & C-o w Lipsku. Kroplę tuszu umieszczamy na szkiełku przedmiotowym, badaną zaś galaretę na szkiełku przykrywkowym, poczem szkiełko przykrywkowe nakładamy na kroplę. Przez to unikamy dostawanie się cząsteczek tuszu między galaretę i szkiełko przykrywkowe. Wówczas granice galarety oddzielają się wyraźnie od wypełnionego delikatnymi cząsteczkami tuszu płynu, nie wywierającego szkodliwego wpływu na przedmiot. Zamiast tuszu możemy również użyć naturalnej sepij. Badając kożuch, który się wytworzył na powierzchni odwaru z liści (porównaj rys. 88 A), znajdziemy także formę, zwaną zooglea. I tu bowiem szeregi komórek są otoczone galaretą, z której powstaje kożuch i, mianowicie, w formie płaskiej. Kożuch ten jest poprzerzynany delikatnymi falistymi nitkami, przebiegającymi niekiedy równolegle i utworzonymi z kokków, albo, jak zwykle, z pręcików. Kokki lub pręciki występują bardzo wyraźnie po dodaniu roztworu jodu. Materiał czerpnięty z takiej hodowli często przedstawia bakterje w okresie rojenia się. Prawie na pewno spotkać można ten okres rozwoju w kilkudniowej nalewce z grochu. Bakterje znajdują się wtedy w ruchu tanecznym, skaczą już to naprzód, już to wtył, wijąc się nieustannie we wszystkich kierunkach. Odpowiednimi metodami stwierdzono nadzwyczaj delikatne rzęsy rozmaicie umieszczone na bakterjach. Rzęsy te swymi ruchami powodują rojenie się.

Badając kożuch na odwarze liści, przygotowanym już dawno, można znaleźć pręciki w okresie wytwarzania zarodników (rys. 88 B). Zawartość komórki pręcika koncentruje się w jednym punkcie i wytwarza tworzy kuliste lub elipsoidalne mocno błyszczące, które wyglądają, jak błyszczące ziarna i są zarodnikami trwałymi. Te ostatnie zachowują się, a opustoszałe błony pręcików ostatecznie giną. W materjale z innych kultur często znajdziemy pręciki, które tylko na jednym końcu wytwarzają jeden jedyny zarodnik trwały i przez to przybierają wygląd szpilki albo pałeczki do bębna. Wszystkie te zarodniki trwałe są zarodnikami wewnętrznymi, powstają bowiem wewnątrz komórki; w wytwarzaniu ich bierze udział bądź cała treść, bądź tylko część. Dla wielu gatunków nie dowiedziono wytwarzania zarodników.

W ciałach płynnych, które badamy co do zawartości bakteryj, najrozmaitsze utwory ziarniste mogą utrudniać obserwację i powodować pomyłki. Dlatego więc najpierw, o ile to można, orjentujemy się na świeżym przedmiocie i przed zastosowaniem barwień uciekamy się do pomocy pewnych odczynników. Odczynnikami temi działamy albo bezpośrednio na wilgotny preparat, albo też wysuszamy go przedtem; temu ostatniemu sposobowi należy dać pierwszeństwo. Aby to skutecznie, rozprowadzamy przy pomocy wysterylizowanej na płomieniu igielki platynowej substancję, badaną na szkiełku przykrywkowym w możliwie najcieńszej warstwie. Jest to najpospolitszy sposób przygotowania prepara-



tów z bakteryj. Na szkiełko przykrywkowe, na którym rozprowadziliśmy daną substancję, można nałożyć drugie, tak że substancja ta rozchodzi się między nimi i następnie możemy oba szkiełka płasko z boku rozciągnąć palcami, albo przy pomocy szczypców Cornet'a. U bakteryj chorobotwórczych sposób ten nie jest wskazany, ponieważ można spowodować zakażenie rąk. Wówczas lepiej pozostawić szkiełka przykrywkowe w przestrzeni pozbawionej kurzu, dopóki zupełnie nie wyschną. Również preparat można wysuszyć ponad płomieniem i to znacznie prędzej, należy jednak zachować ostrożność i trzymać szkiełko przykrywkowe odpowiednio wysoko nad płomieniem. Znacznie bezpieczniejsze i dla wielu rozprowadzeń igiełką odpowiedniejsze będzie umieszczenie szkiełek przykrywkowych na kilka minut do absolutnego alkoholu, albo do mieszaniny alkoholu i eteru. Bakterje posiadają dużo odporności na działanie wody, alkoholu, eteru, rozcieńczonych kwasów mineralnych, kwasu octowego i słabych alkali; z temi związkami wykonywamy przedwstępne próby. Stosujemy 50% kwas octowy, albo 12% kwas siarczany, albo jeszcze lepiej odrazu 3% ług potasowy. W ostatnim preparaty stają się przejrzyste odpowiednio do potrzeby; bakterje przeważnie uwydatniają się bardzo wy-



Rys. 85. Szczypce Cornet'a.

rażnie, wskutek pęcznienia powiększają swą objętość i stają się przez to dostępne nawet dla mniejszych powiększeń. Ponieważ większe ilości tłuszczu, o ile się znajdują na preparatach, przeszkadzają przy badaniu, należy się

postarać o ich usunięcie. Daje się to uskutecznić albo przez ogrzewanie preparatu suchego pokrytego kroplą ługu potasowego nad płomieniem aż do wydzielania pęcherzyków, przyczem tłuszcze ulegają zmydleniu, albo też przez potraktowanie preparatu suchego przez kilka minut na szkiełku zegarkowym chloroformem, następnie alkoholem absolutnym, a po jego wyparowaniu ługiem potasowym.

Miarodajnem dla odróżnienia bakteryj są ich zabarwienia. Wprawdzie mogą również inne małe ciała podobne do bakteryj pochłaniać barwniki, dalej pewne bakterje nie dają się zaraz zabarwić tak, że i w tym wypadku należy zachować pewną ostrożność. Do barwienia bakteryj używamy głównie t. zw. zasadowe barwniki anilinowe, a więc fiolet metylenowy, fiolet genejancwy, błękit metylenowy, fuksynę, bismarckbraun, dalja. Bakterje pochłaniają te barwniki nie tylko chciwie, ale zatrzymują je bardzo energicznie, znacznie energiczniej od ewentualnie znajdujących się w preparatach elementów tkanki. Barwniki stosujemy w nasyconych roztworach wodnych świeżo przygotowanych albo przynajmniej świeżo przefiltrowanych, względnie także w rozcieńczonych roztworach alkoholo-



wych. Aby przygotować te ostatnie, przyrządzamy stężone roztwory alkoholowe tych barwników i przechowujemy w kroplomierzach, potem dodajemy je kroplami do większej ilości dystylowanej wody. Ilość wody przeznaczona do rozcieńczenia musi przynajmniej wynosić 10-krotną roztworu alkoholowego. Wodne roztwory fioletu metylowego, fioletu gencyanowego, albo fuksyny trzeba zawsze przygotowywać na świeżo, gdy roztwór rozcieńczony błękitu metylenowego jest trwały. Bismarekbraun, który zresztą tylko tu i owdzie jeszcze znajduje zastosowanie, należy przechowywać w roztworze wodnym, ponieważ w alkoholu ulega zmianie; przed każdym użyciem należy go filtrować. — Należy tu przytem wspomnieć o znajdujących się w handlu tabliczkach barwników, które z 10 cm. wody dają trwałe, dający się użyć roztwory i z tego względu należy je szczególnie polecić, ponieważ przygotowane z nich roztwory są jednostajnie jasne i przez to jednakowo pozostają stężone, gdy, przygotowując zwykle roztwory barwników, koncentracja ulega zmianom zazwyczaj przez wirowanie osadu na dnie w roztworze. Również od niedawna wyrabiane ołówki barwne dadzą się z dobrym skutkiem zastosować w bardzo prosty sposób. Ołówek poruszamy w wodzie nalanej na preparat tak długo, dopóki nie osiągniemy pożądanej koncentracji.

Bakterje, znajdujące się w płynnym środowisku, rozprowadzamy, jak to już przedtem robiliśmy, w możliwie cienkiej warstwie na szkiełku przykrywkowym i wysuszamy w temperaturze pokojowej, chroniąc od kurzu. Jeżeli płyn zawiera ciała białkowe albo śluz, to po zupełnem wysuszeniu preparatu należy je jeszcze utrwalić, co daje się skutecznie przez umieszczenie szkiełka przykrywkowego na wiele dni w alkoholu absolutnym, względnie w alkoholu i eterze, albo też działanie wysokiej temperatury. Jeżeli chcemy zastosować to ostatnie, to szkiełko przykrywkowe umocowane w pensetce, najlepiej w szczypcach Cornet'a, przeciągamy stosunkowo prędko 3 razy przez płomień gazowy palnika Bunzena, albo silnej lampy spirytusowej, przyczem strona, na które rozprowadzone są bakterje, musi być odwrócona do góry. Wskazaniem jest opisanie szkiełkiem przykrywkowym trzech kół wewnątrz płomienia; trwanie każdego koła wynosi mniej więcej jedną sekundę. Przez zbyt długie działanie płomienia można uszkodzić zdolność barwienia bakterji; należy więc trzymać się dokładnie czasu działania. Barwimy, rozprowadzając na szkiełku przykrywkowym w taki, czy w inny sposób przygotowanym i w każdym wypadku wysuszonym, kilka kropli barwnika, względnie wody, w którym poruszamy ołówek (patrz wyżej); rozprowadzamy aż do samego brzegu i poddajemy działaniu kilka sekund, a w niektórych wypadkach jeszcze dłużej nawet do 5 minut w zwykłej temperaturze. U tych bakteryj, które źle pochłaniają barwniki, ogrzanie roztworu barwnika przyspiesza zabarwienie. W tym wypadku szkiełko przykrywkowe, pokryte barwnikiem, umieszczamy na 10 do 60 sekund nad płomieniem, dopóki roztwór nie zacznie parować. Po skutecznym



barwieniu przemywamy szkiełko przedmiotowe w wodzie i wysuszamy stronę wolną od bakteryj ściereczką płócienną albo bibułą. Następnie kładziemy go zabarwioną stroną na szkiełku przedmiotowym w kropli wody albo gliceryny i rozpoczynamy badanie. Albo też szkiełko przykrywkowe po skutecznym wymyciu i oczyszczeniu, co w tym wypadku zawsze wykonywamy wodą dystylowaną, nie pozostawiającą żadnych naleciałości, suszymy w temperaturze pokojowej celem wyświetlenia na stronę zabarwioną, dodajemy kroplę olejku terpentynowego, ksylolu, olejku cedrowego, albo olejku bergamutowego i w tym płynie przeprowadzamy obserwację. Jeżeli nastąpiło przebarwienie przedmiotu, to odciągamy mu część barwnika, działając nań odpowiedni czas alkoholem absolutnym. Ten sam wynik osiągamy, stosując do wyświetlenia preparatu olejek goździkowy, który, zależnie od długości działania, mniej lub więcej odciąga barwnik. Do tego samego celu również zalecano zanurzanie preparatów przemytych wodą na jedną sekundę do zupełnie rozcieńczonego 0,5% kwasu octowego. Przebarwione preparaty, z których następnie odciągnięto część barwnika, bardzo często dają najpiękniejsze obrazy. Jeżeli preparat mamy przechowywać na stałe, to płyn wyświetlający usuwamy bibułą i nalewamy kropelkę balsamu kanadyjskiego. Balsam kanadyjski powinien być rozpuszczony w ksylolu, albo w terpentynie, a nie w chloroformie, ponieważ ten ostatni wyciąga zasadowe barwniki anilinowe. Z tego względu również balsam kanadyjski nie może być użyty ogrzany. Dla preparatów trwałych początkowe przebarwienie nie szkodzi, ponieważ w balsamie zmniejsza się wkońcu intensywność zabarwienia. — Należy pamiętać o tem, jeżeli preparat będzie badany przy pomocy immersji jednorodnej, żeby balsam kanadyjski nie występował poza brzeg szkiełka przykrywkowego; jest on bowiem rozpuszczalny w olejkach immersyjnych i przez to całe szkiełko przykrywkowe mogłoby być zanieczyszczone. Aby zapobiec tej niedogodności, po wyschnięciu balsamu kanadyjskiego, na brzeg szkiełka przykrywkowego nakładamy ramkę z goldsize, który nie rozpuszcza się w olejkach immersyjnych. Do tego celu używamy bardzo delikatnego pędzelka i powinniśmy baczyć, aby kit nie zachodził za kraj szkiełka przykrywkowego więcej, niż potrzeba. — Preparaty zabarwione bismarekbraunem i w glicerynie, zachowują swoje zabarwienie, mogą być w niej przechowywane. Zamknięcie preparatu skuteczniamy przy pomocy balsamu kanadyjskiego. Po kilku dniach albo tygodniach na balsam kanadyjski nakładamy jeszcze warstwę wymienionego kitu. Również preparaty z bismarekbraunu możemy przechowywać w glicerynie żelatynowej, co nie wymaga żadnego dalszego zaklejania. Gdybyśmy chcieli od jednego razu zabarwić większą ilość bakteryj, to wyżej opisane metody preparowania skuteczniamy na szkiełku przedmiotowym, a nie na szkiełku przykrywkowym. Po wysuszeniu warstwy, zawierającej bakterje, dajemy kroplę olejku immersyjnego i badamy bez szkiełka przykrywkowego. Miejsca, w których zacho-



wanie byłoby pożądanę, przykrywamy balsamem kanadyjskim i szkiełkiem przykrywkowym.

Jeżeli w naszych hodowlach znajdował się materiał, wytwarzający zarodniki, to przy ewentualnych próbach barwienia stwierdzimy, że zarodniki pozostały niezabarwione. Barwnik nie może przeniknąć przez grubą błonę zarodnika. Jeżeli jednak wysuszone preparaty dość długo trzymamy nad płomieniem, przesuując je 10 do 40 razy, zależnie od właściwości zarodników, to i one się zabarwią. Jednocześnie pozostałe części bakteryj, tworzących zarodniki, jak również i niewytwarzających zarodników, a także protoplazma i jądra znajdujących się w preparacie ewentualnie elementów tkanki, tracą mniej lub więcej zupełnie zdolność do barwienia. Ten sam wynik osiągamy, pozostawiając wysuszony preparat na szkiełku przykrywkowym  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{2}$  godziny w suszarce, w temperaturze 180—200°. Aby osiągnąć piękne zabarwienia zarodników i jednocześnie zabarwić pozostałe części ciała bakteryj, najlepiej zastosujemy wodę anilinową z fuksyną Erlicha. Tę wodę anilinową przygotowujemy w ten sposób, że najpierw oczyszczony olejek anilinowy w nadmiarze przez 1 minutę wstrząsamy z destylowaną wodą. Należy użyć około 5 ccm olejku anilinowego na 100 ccm wody. Pozostawiamy płyn przez 5 minut w spokoju, poczem filtrujemy przez filtr zwilżony destylowaną wodą. Płyn odfiltrowany musi być czysty i należy go zawsze przygotowywać na świeżo. Dodajemy do niego tak długo alkoholowego roztworu fuksyny, dopóki płyn nie zacznie opalizować, albo też dopóki jeszcze jest przezroczysty w warstwie grubości próbówki. Wysuszony i 3 razy przez płomień przeciągnięty preparat na szkiełku przykrywkowym, rzucamy warstwą z bakterjami w dół na powierzchnię gorącego roztworu wody anilinowej z fuksyną, na przeciąg jednej godziny. Zarodniki i protoplazma bakterji są wówczas jednostajnie zabarwione. Wskazaniem jest następnie uwydatnienie zarodników w stosunku do reszty ciała bakterji, stosując podwójne zabarwienie. Po użyciu wody anilinowej z fuksyną, będzie do tego szczególnie odpowiedni wodny albo rozcieńczony roztwór alkoholowy błękitu metylenowego. Zamierzone podwójne zabarwienie udaje się najlepiej, usuwając nadmiar wody anilinowej z fuksyną przez zanurzenie preparatu na kilka sekund do 1 minuty w alkoholu absolutnym, względnie w alkoholu słabo zakwaszonym kwasem solnym i dopiero potem działając na preparat roztworem błękitu metylenowego. W wielu wypadkach, aby otrzymać zupełnie wyraźne obrazy, należy zamiast czystego albo słabo zakwaszonego alkoholu zastosować rozcieńczone kwasy mineralne. Udana podwójne zabarwienie z wodą anilinową, fuksyną i błękitem metylenowym wywołuje czerwone zabarwienie zarodników, gdy pozostałe części ciała bakterji są mniej lub więcej ciemno niebiesko zabarwione. Zamiast wody anilinowej z fuksyną, z równem powodzeniem można zastosować do barwienia zarodników gorący karbolowy roztwór fuksyny Ziehla. Roztwór przygotowujemy w ten sposób, że na 100 czę-



ści 5% kwasu karbolowego i 10 części alkoholu dajemy 1 część fuksyny. Szczególniej korzystnem okazało się barwienie fuksyną z karbolem po uprzednim bejcowaniu kwasem chromowym. W tym celu preparaty utrwalone alkoholem absolutnym poddajemy przez 1 do 2 minut działaniu 5% kwasu chromowego, przemywamy wodą, dodajemy kroplami fuksyny karbolowej i ogrzewamy około 1 minuty aż do wytwarzania pary. Następnie różnicujemy 5 albo 10% kwasem siarczanym, albo innymi słabymi kwasami, dopóki czerwona farba prawie że zniknie, przemywamy wodą i barwimy błękitem metylenowym w sposób powyżej opisany. Roztwór Erlicha trzyma się zazwyczaj tylko kilka dni i naogół można go używać dopiero w 24 godziny po przygotowaniu, przeciwnie, roztwór Ziehla jest trwały. Zdolność do barwienia roztworu Erlicha zostaje wzmocniona, jeżeli do 100 ccm nasyconej wody anilinowej dodamy 1 ccm 1% roztworu wodorotlenku sodowego i następnie, zamiast alkoholowego roztworu barwnika wrzucimy 4—5 g stałej fuksyny, fioletu metylenowego, albo błękitu metylenowego i roztwór mocno wstrząśniemy.

Tylko w wypadkach bardzo rzadkich można polecić badanie skrawków ze świeżych tkanek pod względem obecności bakteryj. Znacznie bardziej korzystnem a w wielu wypadkach koniecznem jest raczej utrwalenie poprzednio tych tkanek. W tym celu do utrwalenia nadaje się najlepiej alkohol absolutny, gdyż przy zastosowaniu innych środków utrwalań pomyślny wynik późniejszych zabarwień nie jest zbyt pewny. Kawałki tkanek, które mamy utrwalić w alkoholu, nie mogą być większe od orzecha laskowego i muszą przynajmniej 3 dni pozostawać w dość dużej ilości alkoholu absolutnego często odnawianego. — Nie wszystkie bakterje dają się jednakowo łatwo barwić. Prawie zawsze jednak zabarwienie następuje przy zastosowaniu silnego alkalicznego roztworu błękitu metylenowego, który można uważać jako najbardziej uniwersalny środek do barwienia bakteryj. Ten roztwór przygotowujemy, dodając 30 ccm skoncentrowanego alkoholowego roztworu błękitu metylenowego do 100 ccm ługu potasowego 1:1000. Zabarwienie następuje w ciągu kilku minut, poczem przemywamy skrawki w 0,5% kwasie octowym, następnie odwadniamy w alkoholu i przez olejek cedrowy, albo ksylol przeprowadzamy do balsamu kanadyjskiego.

Jeżeli w skrawkach chcemy zachować zabarwione tylko pewne bakterje, to musimy odbarwić inne bakterje, jak również tkankę. Bakterje naogół trudniej opierają się odbarwieniu, niż elementy tkanek, z drugiej strony posiadają jednakże rozmałą zdolność oporu. Do takiego izolowania, t. j. izolowanego barwienia bakteryj najczęściej stosujemy metodę Grama. Metoda ta wyróżnia się tem, że powoduje odbarwienie jąder w komórkach tkanek, nie zmieniając zabarwienia większości bakteryj. Skrawki najpierw barwimy wodą anilinową, fioletem metylenowym, albo wodą anilinową z fuksyną. Barwnik ten przygotowujemy sobie w ten sposób, jak to już poprzednio robiliśmy, dodając 5 ccm czystego olejku



anilinowego do około 95 ccm wody destylowanej, roztwór ten mocno wstrząsamy i filtrujemy przez filtr uprzednio zwilżony. Do klarownej wody anilinowej dodajemy 11 ccm skoncentrowanego roztworu fioletu metylenowego (najlepiej oznaczany w handlu fiolet metylowy 6 B, albo BN), jeszcze raz filtrujemy przez zwilżony filtr i wkońcu dodajemy 10 ccm absolutnego alkoholu. Roztwór ten trzyma się około 14 dni. Skrawki zabarwione wodą anilinową albo fioletem metylowym przenosimy bezpośrednio, albo też po lekkim przemyciu alkoholem, do roztworu jodu w jodku potasu, zawierającego na 300 części wody destylowanej 2 części jodku potasu i 1 część jodu. Tam pozostają 1—2 minut. Na skutek powstającego w roztworze jodu w jodku potasu osadu skrawki stają się ciemno purpurowe. Następnie skrawki odbarwiają się po przeniesieniu do alkoholu; wreszcie przenosimy je do olejku goździkowego, później do balsamu kanadyjskiego. Głównie stosujemy cokolwiek zmienioną metodę Grama, znaną pod nazwą metody Gram-Gintera. Do odbarwienia używamy nie tylko alkoholu, ale obok tego również 3% kwas solny z alkoholem. Skrawki, traktowane jodem w jodku potasu, przenosimy na  $\frac{1}{2}$  minuty do alkoholu, dokładnie na 10 sekund do 3% kwasu solnego z alkoholem, następnie na wiele minut znowu do czystego alkoholu i jeżeli będzie potrzeba, z powrotem jeszcze do trzymanego w pogotowiu czystego alkoholu, aż do najwyższego odbarwienia; wkońcu, gdy skrawek nie oddaje już więcej barwnika, do ksylolu i z ksylolu do balsamu kanadyjskiego, rozpuszczonego w ksylolu. Przy tem traktowaniu pewne bakterje, jak zresztą również i jądra tkanek, zostają pozbawione swego barwnika. Metoda odbarwiania w tych wypadkach może służyć również do odróżniania bakteryj na gram-pozytywne i gram-negatywne, t. j. może służyć do „diagnozy różniczkowej”; jednakże wymaga to bardzo dokładnej znajomości i całkowitego opanowania stosowanej metody. Metoda ta znalazła również częste zastosowanie dla preparatów na szkiełkach przykrywkowych.

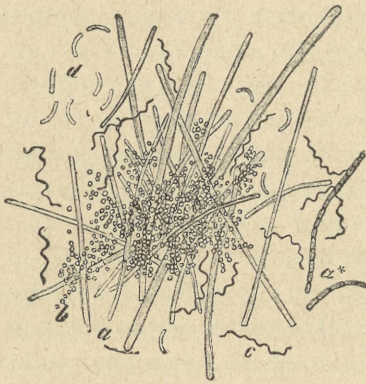
Dla odszukania zabarwionych bakteryj w tkankach, z wielką korzyścią można stosować aparat oświetlający Abbégo, mianowicie w sposób całkiem określony. Po nastawieniu preparatu otwieramy całkowicie przeponę irysową tak, że korzystamy z całego stożka światła, wypełniającego otwór obiektywu. W tym wypadku giną mniej lub więcej zupełnie obrazy wszystkich niezabarwionych części, odróżniających się tylko zdolnością załamania światła, do pewnego stopnia obraz budowy zostaje zniszczony, pozostają tylko widoczne ciała zabarwione, pochłaniające światło. Sposób ten nazywamy odosobnieniem obrazu świetlnego. Odpowiednie efekty w przybliżeniu możemy osiągnąć również i mniejszemi przyrządami oświetlającymi.

Po tej ogólnej orientacji postaramy się zbadać niektóre łatwo dające się znaleźć bakterje pod względem ich właściwości morfologicznych.

Zwróćmy się najpierw do źródła, które da nam odrazu prawie wszystkie charakterystyczne postacie bakteryj. Jest to mianowicie biały



nalot z zębów<sup>1)</sup>. Znajdują się tam liczne gatunki bakteryj i możemy prawie na pewno liczyć, że znajdziemy w nim bakterje kuliste, pałeczki, nitki i formy spiralne (rys. 86). Jeżeli możliwie małą ilość wspomnianego nalotu umieścimy w kropli wody i zbadamy przy możliwie najsilniejszym powiększeniu, to najpierw rzucą nam się w oczy grubsze, w równoległe wiązki ułożone, nitki i cieńsze splątane. Po dodaniu roztworu jodu w jodku potasu, grubsze nitki barwią się fioletowo-niebiesko, cieńsze—żółto. Nitki, wyróżniające się zawartością granulozy i barwiące się niebiesko-fioletowo, jest to *Bacillus maximus buccalis*, inne *Leptothrix innominata* (*a*, *a\**). Roztwór jodu w jodku potasu pozwala wyraźnie odróżnić skład tych nitek z mniejszych członów. Barwiące się jodem z jodkiem potasu na niebiesko-fioletowo łańcuszki 4 do



Rys. 86. Bakterje z nalotu na zębach; *a*—*Bacillus maximus buccalis* i *Leptothrix innominata*, *a\**—potraktowane jodem, *b*—mikrokokki, *c*—*Spirochaete dentium*, potraktowana jodem, *d*—*Vibrio buccalis*.

Pow. 800 razy.

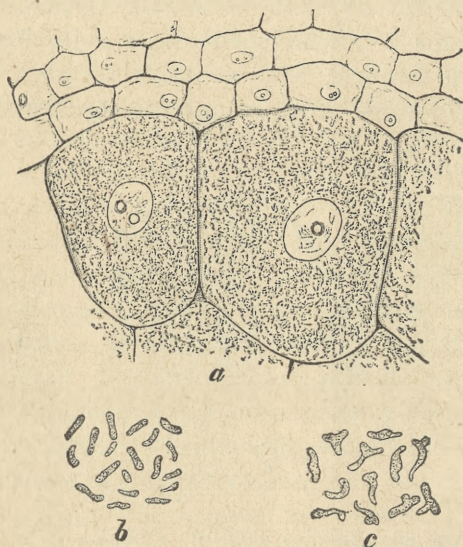
10 komórek ukryte w pochwie, które tu i owdzie możemy dostrzec, nazwano *Jodococcus vulgaris*. Następnie spotykają się *Spirochaete dentium* w długich żywo poruszających się wężownicach i wreszcie *Vibrio buccalis*, również żywo poruszający się, występujący w pałeczkach podobnych do przecinków, często połączone po 2 (*d*). Poza tem znajdujemy w jamie ustnej okolicznościowo jeszcze więcej innych bakteryj, częściowo dokładnie niezbadanych. Następnie zwracamy się do „bulwek” u strąkowych, t. j. do tych galasowatych narośli, które znajdujemy w mniejszej, lub większej ilości i wielkości na korzeniach łubinu, grochu, bobu, wiki, jak również większości innych strączkowych i których powstawanie wywołane jest przenikaniem pewnych pochłaniających azot bakteryj ziemnych, mianowicie *Bacillus radicecola*.

Z materiału świeżego albo alkoholowego robimy cienkie skrawki, najlepiej w kierunku prostopadłym do osi podłużnej części korzeniowych, na którym siedzą bulwki. Już przy słabym powiększeniu dostrzeżemy tkankę wielkokomórkową, zajmującą wnętrze bulwki, do której z wiązki przeprowadzającej korzenia przechodzą wiązki naczyniowe. Tkanka ta uwydatnia się szczególnie silnie przez to, że zwrócone nazewnątrz warstwy komórek są brunatno zabarwione, a następnie pojedyncze komórki gęsto wypełnione zawartością (rys. 87 *a*). Zawartość ta składa się głównie z osobników *Bacillus radicecola*. Tu i owdzie ukazuje się jądro odpowiedniej komórki, jako jasna okrągła plama. Przy

<sup>1)</sup> W. D. Miller: Die Mikroorganismen der Mundhöhle. 2 wydanie, 1892.



zastosowaniu silniejszych powiększeń w poszczególnych komórkach można rozpoznać pojedyncze bakterje. Występują one szczególnie wyraźnie na skrawkach ze świeżego materiału i zwłaszcza tam, gdzie przypadkowo na brzegu skrawka jedna z wielkich komórek zostaje otwarta i część jej zawartości wychodzi nazewnątrz. Również w skrawkach, które przy pomocy igieł rozerwaliśmy w kropli wody, widać często bardzo wyraźnie bakterje nawet przy względnie słabszych powiększeniach, jakie można osiągnąć przy pomocy okularu III i obiektywu 7 mikroskopu Leitza. Stwierdzimy wówczas, że w wypadku bakterji z bulwek mamy do czynienia z krótkimi formami pałeczkowatymi, tu i owdzie zagiętymi (rys. 87 *b*). Badając bakterje z mniejszych bulwek, stwierdzamy, że bardzo często pałeczkowata forma nie występuje; bakterje mają raczej kształty rozgałęzione, albo przyjmują inne anormalnie ukształtowane formy inwolucyjne (rys. 87 *c*), przyczem bardzo często znacznie się powiększają. Są to t. zw. bakteroidy, które przeważnie zostają pochłaniane przez roślinę gospodarza, gdy bakterje, pozostające w stanie normalnym, zachowują się z resztkami korzenia w glebie, aby spowodować nowe zakażenie roślin strączkowych.

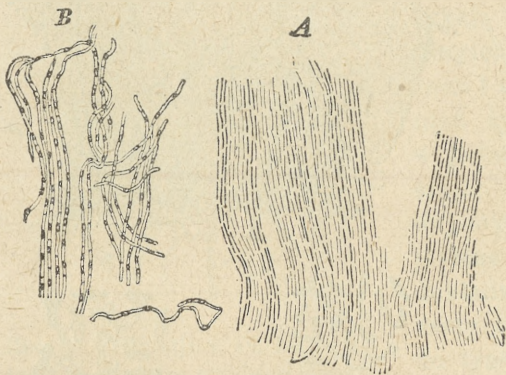


Rys. 87. Z bulwek korzeniowych *Lupinus albus*. *a*—wielkie, wypełnione *Bacillus radicola* komórki z wnętrza bulwki, *b*—niezmienną postać *Bacillus*, *c*—bakteroidy. Pow. w *a*—650, w *b* i *c*—1300 razy.

Teraz postarajmy się zapoznać z historją rozwoju bakterji, zwłaszcza bakterji z siana. Polewamy najpierw suche siano możliwie małą ilością wody studziennej i pozostawiamy nalewkę na 4 godziny w ciepłym termostacie przy stałej temperaturze 36°. Następnie zlewamy wyciąg nie filtrując go i dla większej pewności (gdyby przypadkiem był zanadto stężony) rozcieńczamy go aż do ciężaru właściwego 1,004; poczem płyn zlewamy do kolby objętości ponad 500 ccm. Kolbę zamykamy u góry korkiem z waty i następnie gotujemy płyn przez godzinę tak, aby słabo parował. Następnie pozostawiamy go w temperaturze 36°. Po upływie 1 do 1½ dnia na powierzchni płynu utworzyła się delikatna szara powłoka czyli kożuch; składa się ona z zooglea *Bacillus subtilis* (Ehrb) bakterji siana. Wykorzystaliśmy właściwość zarodników tej bakterji, która wytrzymuje nawet przez dłuższy czas temperaturę wrzenia, aby otrzymać coś w rodzaju czystej kultury, która wprawdzie nie daje zupełnej pewności co do zanieczyszczeń obcemi za-



rodnikami.—Odrobinę z otrzymanego nalotu przy pomocy igielki platynowej przenosimy na szkiełko przedmiotowe i badamy przedmiot pod najsilniejszymi powiększeniami, jakimi rozporządzamy. Stwierdzimy, że nalot składa się z długich członkowanych, falistych, równolegle ułożonych nitek. Nitki te przeważnie zachowują swoje położenie, ponieważ są spojone niedostrzegalną galaretą (rys. 88 A). Nitki składają się z cylindrycznych pałeczek rozmaitej długości, naogół jednak są 2—3 razy tak długie, jak szerokie. Substancja pałeczek wydaje się być jednorodna, silnie załamująca światło i bezbarwna. Nawet przy najsilniejszych powiększeniach nie można rozpoznać w nich żadnej innej struktury. Chlorkiem cynku z jodem pałeczki barwią się w całej masie brunatno-żółto i są bardzo wyraźnie widoczne. Obrazy są znacznie piękniejsze, niż otrzymane z innymi roztworami jodu. Przytem człony nitek naogół są znacznie krótsze, niż w stanie świeżym, wszystkie bowiem granice są teraz widoczne. Aby uwidocznić wyraźnie pałeczki, możemy je barwić według



Rys. 88. *Bacillus subtilis*. A—nalot, B—zarodniki. Pow. A 500, B 800 razy.

znanej nam już metody przy pomocy fuksyny, fioletu metylowego, fioletu gencjanowego albo bismarekbraunu i przechować ewentualnie jako preparaty stałe w balsamie kanadyjskim. Jeżeli nastawimy na niektóre części przeniesionego nalotu, przy powiększeniu 1000-krotnym możemy dostrzec bezpośrednio podział pałeczek. Najlepiej jest odrysować dany kawałek nitki przy pomocy aparatu do rysowania w krótkich

odstępach czasu i kontrolować zaszłe zmiany na rysunku. Jeżeli w płynie badanym znajdują się dostateczne ilości materiałów pokarmowych, wówczas poszczególne pałeczki dzielą się co  $1/2$  godziny, względnie  $1 1/2$ . Im wyższą jest temperatura pokoju, tem prędzej następują podziały. Pałeczki powiększają swą długość, lecz nie stają się cieńsze; po osiągnięciu pewnych rozmiarów, pośrodku ich występuje ciemno zaznaczająca się przegroda. Ten sposób podziału wyjaśnia nam ułożenie pałeczek i nitek; wyjaśnia również falisty przebieg nitek, rosnących interkalarnie we wszystkich punktach, a skoro wzrrostowi w kierunku długości stanie co na przeszkodzie, zakrzywiają się na boki. Z tego względu cały nalot posiada pofałdowanie gołem okiem widoczne.—Przenosimy teraz odrobinę z nalotu do wilgotnej komory, aby zbadać go w wiszącej kropli. W tym celu użyjemy komory możliwie najprostszej, mianowicie małej ramki tekturowej, której wewnętrzne światło jest cokolwiek mniejsze, niż średnica używanego szkiełka przedmiotowego, a której zewnętrz-



ny narys nie przekracza szerokości szkiełka przedmiotowego. Ramkę tę rzucaamy do wody, a gdy się zupełnie napoi wodą, kładziemy na szkiełko przedmiotowe. Na szkiełko przykrywkowe, uprzednio wyjąłowione w płomieniu, umieszczamy pośrodku płasko rozproszoną kroplę pożywki, do której przenosimy badany przedmiot. Odwracamy szybko szkiełko przykrywkowe i kładziemy go kroplą zwróconą na ramkę. Jeżeli badanie trwa dłużej, to od czasu do czasu na ramkę puszczaamy kilka kropel wody, aby nie wyschła. Przerywając badanie, zabezpieczamy preparat od wyschnięcia przez umieszczenie go w większej komorze wilgotnej na odpowiedniej podstawie w talerzu do połowy wypełnionym wodą pod szklanym kloszem. Zamiast ramki tekturowej możemy zastosować znacznie lepsze urządzenia, jak np. szkiełka przedmiotowe wydrążone w środku, albo szkiełka przedmiotowe, na których naklejono pierścień, wycięty z odpowiednio szerokiej rury szklanej. Przed nałożeniem szkiełka przykrywkowego, które w sposób podobny, jak poprzednio podany, pokryte zostało materiałem do badań, smarujemy występ szkiełka przedmiotowego wazeliną, względnie pierścień szklany, tak że brzegi szkiełka przykrywkowego spoczywają na wazelinie. Przyciskamy cokolwiek szkiełko przykrywkowe, aby otrzymać możliwie jak najdokładniejsze zamknięcie. W ten sposób kropla jest odpowiednio izolowana, a jej wyschnięcie, względnie jakieś prądy wewnątrz, które mogłyby wprowadzić w ruch bakterje, zostają jednocześnie wykluczone. Można później w preparacie odnaleźć pewne miejsce, t. j. ustawić szkiełko przedmiotowe w dawnym położeniu na stoliku przedmiotowym mikroskopu, jeżeli na tym stoliku na prawo i na lewo od otworu środkowego wyrysujemy krzyż, a szkiełko przedmiotowe, patrząc na niego prostopadle z góry, przed jego usunięciem w odpowiedni sposób tym samym krzyżem oznaczymy. Wyznaczenie to najlepiej skutecznie ostro zakończonym ołówkiem Fabera, piszącym na szkłe.—Poza tem zakłady optyczne dostarczają ruchomych stolików przedmiotowych, albo stolików krzyżujących się, które umożliwiają powolne przesuwanie się przedmiotu przez pole widzenia mikroskopu w dwóch krzyżujących siebie kierunkach, tak że możemy dokładnie przejrzeć preparat i zanotować sobie każde położenie, a więc i odnaleźć każdy punkt w tym preparacie.—Jeżeli w kropli wyczerpały się materje pokarmowe, to wówczas wegetatywny podział ustaje i następuje wewnętrzne tworzenie zarodników. Po upływie 6 do 8 godzin znajdziemy wtedy w nitkach elipsoidalne mocno błyszczące zarodniki (rysunek 88 B). Nitki są opróżnione, a zarodniki połączone z sobą bezbarwnymi błonami. W niektórych miejscach preparatu można znaleźć z pewnością zarodniki w okresie powstawania. Przedstawiają się wtedy, jako nagromadzenie błyszczącej substancji w przebiegu każdego pręcika, a mianowicie blisko jego środka. Nagromadzenie staje się coraz większe, gdy tymczasem pręcik opróżnia się i ostatecznie zarodnik jest gotowy. Po zostawieniu hodowli kilka godzin w spokoju, przekonamy się, że błony



pręcików stały się mniej wyraźne, a po upływie około 1 dnia zarodniki uwalniają się i padają na dno kropli. — W niepomysłnych warunkach hodowli, jakie się np. zjawiają przy względnie dużej zawartości cukru w roztworach, następują w komórkach nieregularne nabrzmienia i inne anormalne zmiany kształtu formy inwolucyjne (porównaj również str. 165 u *Bacillus radicolola*).

Zarodniki kiełkują bardzo łatwo po przeniesieniu do świeżej pożywki. Kiełkowanie jest wolniejsze w temperaturze pokoju, szybkie w temperaturze 30°. Najlepiej jest je zagotować w pierw przez 5 minut i powoli ostudzać. Wówczas już po 2—3 godzinach można dostać początek kiełkowania. Błona komórki otwiera się z jednej strony, kiełek się wysuwa i powoli wydłuża w pręcik. Ten rodzaj kiełkowania u bakterij nazywamy krzyżowym, w przeciwstawieniu do osiowego, gdzie kiełkowanie odbywa się wzdłuż podłużnej osi zarodnika. Kiełek w pierwszym wypadku ustawia się prostopadle do podłużnej osi zarodnika. Jego dolny koniec tkwi w błonie zarodnika. Pręcik zaczyna się pierwszy raz dzielić po upływie około 12 godzin. Preparaty przygotowane w międzyczasie zawierają wszystkie okresy kiełkowania. Zazwyczaj nowopowstałe pręciki zaczynają się poruszać, t. j. przechodzą w okres rojenia się. Poruszający się pręcik ciągnie jeszcze na tylnym końcu błonę zarodnikową. Ilość pływeczek wskutek trwającego wciąż podziału staje się coraz większa tak, że wypełnia cały płyn, zanim się rozpocznie tworzenie kożucha. Dopiero wtedy pływki zbierają się na powierzchni płynu, przechodzą w stan spoczynku i wytwarzają kożuch. Pływki są rozmaitej długości, przeważnie jednak składają się z 2-ch wiszących na sobie wzajemnie osobników. Poruszają się w sposób bardzo charakterystyczny, „chwiejąc się” w polu widzenia, a po odpowiednim utrwaleniu i barwieniu stwierdzimy, że dokoła pokryte są rzęsami.

Dzięki teoretycznemu i praktycznemu znaczeniu metody kultur i hodowli bakterij są traktowane z jak największą starannością. Wychodziłoby to poza ramy niniejszej książki, gdybyśmy się nimi chcieli zająć. Ten, kto się tem interesuje, znajdzie dokładne opisy w rozmaitych niedawno opublikowanych specjalnych przewodnikach<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Patrz zestawienie literatury na str. 155. Poza tem najczęściej stosowane metody podane są w dużym wydaniu niniejszego przewodnika. 6 wyd. 1921. Str. 474 i in.



## ROZDZIAŁ XXII.

Rozmnażanie się glonów.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: kopulujące *Spirogyry* świeże, względnie utrwalone 1% kwasem chromowym i przechowywane w wodzie, do której dodano cokolwiek kamfory.—*Cladophora glomerata*, albo inny gatunek *Cladophora*, świeża.—*Vaucheria sessilis* forma ziemna, lepiej jeszcze forma, żyjąca w bieżącej wodzie, świeża.— Do wytwarzania pływek należy zebrać na dzień przedtem *Cladophora* i *Vaucheria* i umieścić w płaskich naczyniach z wodą; organy rozrodcze *Vaucherii* otrzymujemy w kulturach 8-dniowych w roztworze 2%–5% cukru.

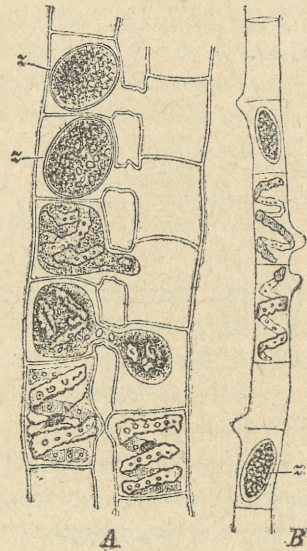
### Odczynniki:

Jod w jodku potasu. — 1% kwas osmowy i karmalaun.

Po zapoznaniu się z ogólną morfologiczną budową niższych i wyższych form roślinnych, zwrócimy się teraz do zadań, jakie morfologia szczegółowa stawia badaniu mikroskopowemu. Obierzemy tutaj drogę odwrotną, niż dotychczas i zaczniemy od najprostszych grup organizmów, postępując do coraz wyżej ukształtowanych. W ostatnim rozdziale zrobiliśmy już początek z bakterjami, zapoznając się z całkowitą ich historią rozwoju. Nawiązemy do tego badania nad bezpłciowem i płciowem rozmnażaniem się glonów.

Bardzo często nadarza się sposobność zobaczenia kopulujące gatunki *Spirogyra* (rys. 89). Glon ten już na swobodzie wyróżnia się swym kędzierzawym wyglądem i splataniem masy nitki. Przebieg kopulacji daje się łatwo wysledzić, jednakże nie należy nakrywać szkiełkiem przykrywkowem nitki bezpośrednio na szkiełku przedmiotowem, raczej zastosujemy tutaj małą wilgotną komorę, jak na str. 166, gdzie można badać *Spirogyry* w kropli wiszącej na szkiełku przykrywkowem.

Kopulacja u *Spirogyr* odbywa się u większości gatunków drabinkowato, t. j. 2 nitki ustawione naprzeciw siebie są połączone poprzecznymi mostkami (rys. 89 A). U niektórych gatunków kopulacja ta następuje z boku, wówczas treść dwóch są-



Rys. 89. Kopulacja A—*Spirogyra quinina*, B—*Spirogyra longata*, z—zarodniki sprzężone (zygospory). Pow. 240 r.



siednich komórek tej samej nitki łączy się z sobą (rys. 89 B). W pierwszym wypadku komórki wypuszczają krótkie tępe wyrostki, trafiające na siebie i zlewające się z sobą. Przyczyna, która powoduje wytwarzanie tych wyrostków i wzajemne ich trafiać się, tkwi we wrażliwości na chemiczne działanie. Działanie to może powodować również zgięcia, dzięki którym nitki początkowe nie ustawione w jednokowy sposób, ustawiają się odpowiednio. W wielu wypadkach już przed kopulacją można odróżnić, która nitka jest męską, a która żeńską, ponieważ w ostatnim wypadku komórki są beczułkowato nabrzmięte. Po połączeniu się wyrostków kopulujących treść komórki męskiej zaokrągla się i wkońcu odkleja się ze wszystkich stron od błony komórkowej. Potem wędruje do kanału kopulacyjnego i przechodzi przez środkową przegrodę, która w międzyczasie uległa rozmiękczeniu. Komórka żeńska zaokrągla się jednocześnie, albo też robi to w czasie przenikania męskiej. Obie komórki stykają się i po kilku minutach zlewają. Treść ich miesza się z sobą. Powstający w taki sposób zarodek sprężony poczyną się wkrótce kurczyć; po upływie 1 godziny światło jego zupełnie znika. Tworzy się ono dopiero po upływie 24 godzin na nowo. Wyraźna błona o dwóch konturach okrywa zygospore. Że oba zbliżone do siebie jądra zygoty zlewają się po pewnym czasie, można to stwierdzić na preparatach utrwalonych, jak również i to, że wstęgi chlorofilowe komórki męskiej powoli zostają wchłonięte, a zytoga otrzymuje chromatofory komórki żeńskiej. Powyżej zbadany przebieg kopulacji jest charakterystyczny dla całej grupy glonów, objętych nazwą Conjugatae. Do grupy tej, oprócz skrętnicy, należą pospolite u nas w wodach



Rys. 90. *Cladophora glomerata*. Pływka utrwalona w 1% kwasie chromowym; w płycie widać na prawo «plamkę oczną», a w przedniej połowie jądro.  
Pow. 100 r.

słodkich gatunki rodzaju *Zygnema*, odznaczające się dwoma gwiazdkowatymi chromatoforami w każdej komórce, jako też ozdobnie ukształtowane *Desmidiaceae*.

Rodzaj *Cladophora*, należący do zielenic i do rzędu *Siphonocladiales*, którego ten lub inny gatunek możemy spotkać zimą w akwarjach i którego budowa już jest nam znana (porównaj str. 142), jest bardzo odpowiednim przedmiotem do badania pływki. Nitki *Cladophora glomerata*, wydobyte z szybko płynącej wody i umieszczone w naczyniu płaskim, zawierającym tylko warstwę wody 1 cm. wysoką, bardzo często już następnego dnia wytwarzają pływki. Proces ten zaczyna się na wierzchołku gałązek i postępuje ku podstawie. Treść komórek, przekształcających się w zarodnie, rozpada się na liczne pływki. Te ostatnie jako zwartha masa odchodzą od błony komórkowej i otaczają środkowe światło komórki, wypełnione śluzowatą treścią. Oswabadzanie pływki następuje pod ciśnieniem treści przez otwór, powstający na skutek pęcznienia błony komórkowej. Pojedyncze pływki pozostają także w zarodni. Jeżeli bada-



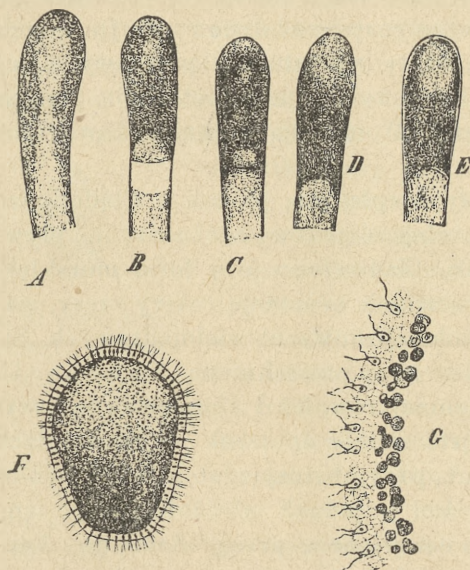
nie przeprowadzimy w kropli wiszącej, to pod kierunkowem działaniem światła pływki zbierają się na brzegu kropli zwróconym do okna, albo też odwróconym. Pływki *Cladophora* nie należą jednak do najbardziej czułych na światło. Pozostają one przez dłuższy czas w kropli rozproszone, poruszają się tam w nieoznaczonych kierunkach i tylko powoli po zmniejszeniu się energii ruchu docierają do brzegu kropli, gdzie się uspokajają. Następnie zaokrąglają się i otaczają błoną komórkową. — Każda pojedyncza pływka jest gruszkowatego kształtu, na przednim końcu t. zw. części ustnej bezbarwna, poza tem zielona, z boku zaopatrzona w czerwone stigma, czyli plamkę oczną. Przez dodanie niedużej ilości jodu w jodku potasu albo 1% kwasu osmowego można pływki utrwalić (rys. 90). Na przednim ich końcu można rozpoznać dwie rzęsy (u innych gatunków *Cladophora* nawet cztery), które wyrastają u podstawy małej stożkowatej bezbarwnej brodawki. Przy korzystnym położeniu pływek w przedniej ich połowie można rozpoznać małe jądro komórkowe (porównaj rysunek).

Wyżej rozpatrywane pływki były bezpłciowe, jednak u *Cladophora* mogą być wytworzone jeszcze inne mniejsze płciowo zróżnicowane pływki, czyli gamety. Kopulują one z sobą. Zauważono je u form morskich. Większe bezpłciowe pływki u tych ostatnich posiadają cztery rzęsy, małe gamety tylko dwie. Z działu jednokomórkowych wielojądrowych *Siphonaeae* wybieramy do badań bardzo rozpowszechnioną *Vaucheria sessilis*, która w swej odmianie ziemnej również i zimą może być wynaleziona. Pokrywa ona bardzo często ziemię doniczek w cieplarniach splotem rozgałęzionych zielonych nitok, przypominających nitowia mechów (por. str. 126). Od tych ostatnich można je jednak odróżnić już po tem, że nitowia są rozczłonkowane skośnie ustawionymi przegrodami, gdy *Vaucheria* jest nieregularnie rozgałęzionym nitkowatym utworem, pozbawionym przegród. Plechy, przylegające do podłoża częściowo weń przenikając, zawierają tylko pojedyncze ziarna chlorofilowe. Na swych końcach plechy są bardzo często nieprawidłowo wystrzępione. Unoszące się gałązki zawierają liczne ziarna chlorofilowe w grubej plazmatycznej warstwie ściennej. Wewnątrz tych ziarn chlorofilowych nie można wykryć mączki, zato między ziarnami, jako materiał zapasowy znajdują się krople tłuszczu. Plechy rosną swemi końcami, w których przeważnie zebrana jest bezbarwna plazma. Pod temi końcami występują nowe plechy, jako boczne wyrostki. Mogą one zepchnąć na bok plechę macierzystą, przez co powstaje obraz pozornej dichotomji, albo także wytworzyć oś pozorną, sympodjum, jeżeli gałązka pochodna rozwinie się silniej, niżeli gałązka macierzysta i pozornie przedłuży jej oś. Również ze starszej części roślinki mogą wyrastać gałązki boczne.

Na *Vaucheria* zapoznamy się z wytwarzaniem pływek i narządów rozmnażania. W każdym czasie można z tego glona otrzymać pływki, polewając wodą roślinę trzymaną przez kilka dni w jasnym miejscu



i wilgoci, albo też przenosząc do czystej wody roślinę hodowaną w 0,2—0,5% pożywki Knoppa (porównaj str. 147) na świetle, lub zaciemniając hodowlę w wodzie lub 0,1—0,2% pożywki <sup>1)</sup>. Przeglądając następnie kulturę przy pomocy lupy o wielkiej odległości ogniskowej, łatwo można rozpoznać pierwsze zaczątki zarodni po ciemnym zabarwieniu zakończeń nitek. Jeżeli grupę nitek, która zdaje się zawierać pożądane stany rozwojowe, szczypcami uchwycimy w miejscu przymocowania i przeniesiemy tak, aby nie zostały zagięte na szkiełko przedmiotowe, to można teraz na niej obserwować dalsze procesy rozwoju. Procesy te odbywają się niezamącenie również pod szkiełkiem przykrywkowym, jeżeli tylko będziemy pamiętać o tem, by szkiełko to nie wywierało żadnego ciśnienia



Rys. 91. *Vaucheria sessilis*. *A* i *B*—zaczątek zarodni, *C*—*E*—wytwarzanie się pływek z treści zarodni, *F*—pływka oswobodzona, *G*—kawałek zewnętrznej bezbarwnej warstwy plazmy, wziętej z przedniego końca pływki. Pow. *A*—*E*—95 razy, *F*—250 razy, *G*—900 razy.

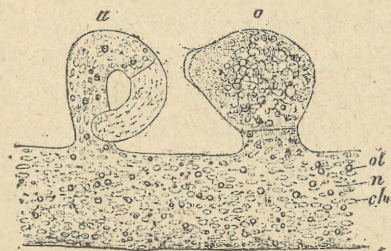
na roślinę. W tym celu wkładamy do preparatu mały włos koński, albo kawałek rdzenia bżowego, albo też zaopatrują szkiełko przykrywkowe w podstawki przez topienie 4-ch kantów w płomieniu. Jeżeli z zakończenia plechy ma powstać zarodnia, to zbiera się w niej treść, obfitująca w chlorofil i maczugowato nabrzmiewa. Światło w maczudze zwęża się (rys. 91 *A*), a w górnej swej części szybko zostaje oddzielone, jako sferyczna wodniczka. Następnie u podstawy zarodni powstaje przegroda; podczas tworzenia się przegrody treść chlorofilowa zaczątku zarodni oddala się czasowo od treści pozostałej części rurki tak, że pomiędzy nimi można dostrzec jasny odstęp (rys. 91 *B*). Wokoło treści zarodni tworzy się potem jasny rąbek (*E*), na którym wkrótce można zauważyć promieniste prążkowanie. Ten rąbek składa się z bezbarwnej protoplazmy; budowa promienista pochodzi od gromadzących się podłużnych jąder, układających się promieniowo (*F*, *G*). Jądra stają się wyraźne dopiero po odpowiednim traktowaniu odczynnikami (najlepiej po utrwaleniu 1% kwasem osmowym) i zabarwieniu karmalunem. Są one widoczne dopiero przy silniejszym powiększeniu. Jednocześnie można stwierdzić, że przed każdym jądrem wyrasta para rzęsek pływki. Pływka w zrostnicy jest więc wielojądrowa. Wykształcona pływka zostaje

<sup>1)</sup> G. Klebs: Die Bedingungen der Fortpflanzung. 1896. Str. 11.



wkrótce wydalona. Wierzchołek zarodni odrazu rozdziera się i w tejże chwili z otworu wydobywa się przednia część pływki, która jednocześnie poczyną się obracać około swej osi podłużnej. Pływka musi się przedzierać przez otwór. Poród zwykle trwa przeszło minutę. Ruch pływki trwa jeszcze ćwierć godziny, kierunek ruchu jest niezależny od kierunku wpadających promieni świetlnych. Pływka ma kształt jajowaty, z przodu jest szersza, w tym przednim końcu leży światło komórki. Rzęsy można widzieć tylko chwilę, gdy pływka przechodzi w stan spoczynku. Otaczają one całe ciało nakształt krótkiego puchu. Potem zostają wciągnięte w ciało pływki, które przybiera wówczas fałdowaną powierzchnię. Podczas wciągania rzęs tworzy się wokoło pływki bardzo cienka błona. Pływka powoli zaokrągla się, bezbarwny jej rąbek znika, gdy tymczasem ziarna chlorofilu dochodzą aż do powierzchni; ściana komórkowa szybko grubieje.

W hodowlach zrostnicy po pewnym czasie występują narządy rozmnażania. Można w ciągu kilku dni pobudzić Vaucherię do wytwarzania narządów rozmnażania, przenosząc ją do 2—4% roztworu cukru i wystawiając na działanie jasnego światła<sup>1)</sup>. U formy „repens” Vaucheria sessilis narządy żeńskie, t. j. oogonja (rodnie) wyrastają pojedynczo z nitki. Sąsiaduje z nim zazwyczaj pojedynczy narząd męski, anteridium. Oogonium, czyli rodnia siedzi bezpośrednio na nitce; anteridium, czyli plemnica stanowi zakończenie krótkiej zakrzywionej gałązki nitki. Rodnia (rys. 92 o) jest ukośnie jajowata, gęsto wypełniona protoplazmą, zawierającą chlorofil i tłuszcz. Od nitki plechy odgranicza się przegrodą położoną nieco powyżej jej nasady. Rodnia posiada jednostronny wyrostek w postaci dzioba, w którym nagromadza się bezbarwna protoplazma. W późniejszych okresach rozwoju ta ostatnia zajmuje całą górną trzecią część jajka. Badając taką rodnę, spostrzeżemy, że substancja bezbarwna na końcu dzioba wydaje brodawkowaty wyrostek, zaokrąglający się coraz bardziej w samoistną kulę; ostatecznie oddziela się ona od zawartości rodni i zostaje wyrzucona do otaczającej wody, gdzie powoli ginie. Błona rodni na końcu dzioba jest cokolwiek napęczniała i powstała tam galareta rozpuszcza się w końcu zupełnie. Pozostała treść rodni zaokrąglą się; bezbarwny jej wierzchołek jest plamką przyjmującą. Gałązka dźwigająca anteridium jest mniej lub więcej mocno zagięta. Jego górna trzecia część zamieniła się w anteridium i odgranicza się przegrodą (ry-



Rys. 92. *Vaucheria sessilis*. Kawałek plechy z narządami płciowymi. o—rodnia; a—plemnica, ch—chromatofory, ol—krople tłuszczu. Zaznaczone są również jądra n, widzialne dopiero po odpowiednim zabarwieniu. Pow. 240 r.

1) G. Klebs: l. c. str. 98.



sunek 92 a). W stanie dojrzałym plemnia odznacza się bezbarwną treścią, gdy tymczasem gałązka, na której ona siedzi, obfituje w ziarna chlorofilowe. Plemnia przeważnie odwraca swój wierzchołek od rodni. W bezbarwnej treści plemni można wyróżnić mniej lub więcej wyraźne krótkie pałeczki podłużnie ułożone. W czasie kiedy rodnia wydała część bezbarwnej substancji swego wyrostka dziobkowatego, plemnia otwiera się na końcu i wydała swą treść śluzową. Większa część tej treści pozostaje w otaczającej wodzie w postaci bezbarwnych pęcherzy, gdzie się stopniowo rozkłada. Mniejsza część oddziela się, jako nader drobne ciała nasienne. Żywo poruszające się ciała nasienne gromadzą się wkrótce w masie galaretowatej na wierzchołku rodni. Niektóre przedostają się do bezbarwnej plamki, przyjmującej na komórce jajowej i stykają się z nią. W przypadkach szczególnie sprzyjających można stwierdzić przenikanie takiego ciała nasiennego do przyjmującej plamki. Już w kilka minut później zapłodnione jajko, ospora, otacza się delikatną błoną, którą szczególnie wyraźnie widać w plamce przyjmującej. W kilka godzin później bezbarwna plamka przyjmująca w oosporze zanika. Starsze zygoty są obficie wypełnione wielkimi kroplami tłuszczu, wykazują kilka brunatnych plam w środku i posiadają grubą błonę.

Utrwaliwszy roztworem jodu w jodku potasu ciała nasienne, będące w ruchu, można zauważyć na nich dwie nierówne z boku osadzone rzęsy, skierowane w przeciwne strony.

## ROZDZIAŁ XXIII.

Rozmnażanie się grzybów.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: *Mucor Mucedo*, świeży. — *Phytophthora infestans* świeża, albo w alkoholu. — *Penicillium crustaceum* świeże. — *Mucor mucedo* i *Penicillium crustaceum*; bardzo łatwo, pierwsze po dwóch dniach, drugie w kilka dni później można wyhodować na wilgotnym chlebie, umieszczonym w ciepłym pokoju pod szklanym kloszem.

### Odczynniki:

Roztwór jodu w jodku potasu. — Gliceryna. — Alkohol. — Hematoksylina.

Kawałek wilgotnego chleba umieszczamy pod kloszem szklanym; już po kilku dniach pokrywa się on gęstą plecionką strzępków, należących prawie zawsze do gatunku *Mucor Mucedo* z grupy *Phycomycetes*. Tenże sam grzyb bardzo bujnie rośnie na świeżym nawozie, trzymanym w zamkniętej wilgotnej przestrzeni. Z podłoża wznoszą się pro-



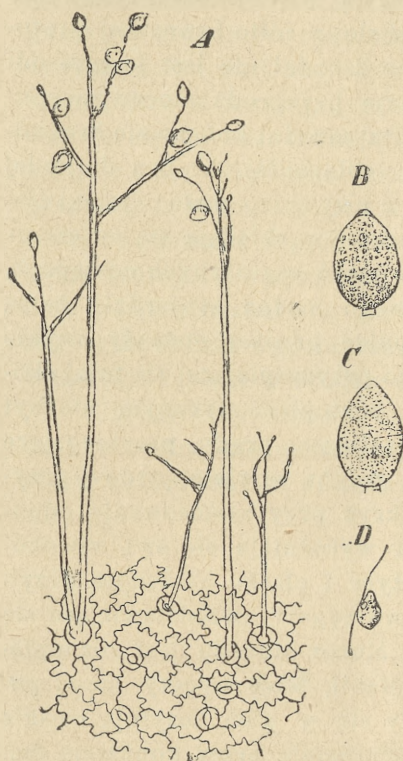
stopadłe, dochodzące do kilkucentymetrowej wysokości szypułki, kierujące się ku światłu; każda z nich jest zakończona kulistą żółtą, lub brunatną główką łatwo widzialną przez lupę. Zdjawszy z podłoża cokolwiek materiału i włożywszy go do kropli wody przy dostatecznie silnem powiększeniu można stwierdzić, że grzybnia składa się z grubszych woreczków obficie rozgałęzionych, nieregularnie przegródkowanych i że z nich odchodzą proste nieprzegródkowane i nierozgałęzione szypułki, z kulistą główką na wierzchołku, t. j. zarodnią. Niedojrzała zarodnia nie zmienia się w wodzie; jej zawartość składa się z żółto-brunatnej protoplazmy. W najmłodszych okresach szypułka zarodni nie jest jeszcze odgraniczona od tej ostatniej; później powstaje przegroda mocno wypuklona ku wnętrzu tak, że szypułka wewnątrz zarodni kończy się kręgielkowatym nabrzmieniem, zwanem podsadką (columella). Ściana dojrzałej zarodni rozplywa się w wodzie; pozostają z niej tylko małe odłamki złożone z cienkich igiełek, które, jak dowiedziono, składają się ze szczawianu wapnia. Wydalone zarodniki leżą w dosyć regularnych odstępach, a przez posuwanie szkiełka przykrywkowego można stwierdzić, że są pogrążone w bezbarwnym śluzie. Na szypułce poniżej podsady zwykle widać mały kołnierzyk, jako pozostałość po przyczepiającej się tutaj skorupie wapiennej. W pokładzie ściennym protoplazmatycznym niezbyt starych szypułek można wysledzić bardzo delikatne prądy, przebiegające głównie w kierunku podłużnym. Woreczki grzyba są wielojądrowe, przy czem jądra są bardzo małe i dają się wykryć przy zastosowaniu odpowiednich barwników. Również i zarodniki wyróżniają się swą wielokomorowością. Na nawozie końskim świeżym i płasko ułożonym grzyb wiosną tworzy okolicznościowo wielojądrowe zygoty, przedstawiające się w postaci czarnych punkcików. Ponieważ *Mucor Mucedo* jest różnoplechowy, t. j. tworzy plechy o odmiennej płci<sup>1)</sup>, więc zygoty mogą powstawać w kulturach tylko wtedy, kiedy się w nich znajdują męskie i żeńskie plechy. W tym wypadku zygoty powstają przez kopulację maczugowato nabrzmiałych zakończeń nitek grzybni. Na dojrzałej czarnej zygocie pokrytej brodawkami widać przeciwległe miejsca przyczepienia obu nitek grzybni, jako jaśniejsze koliste plamy. Znamy również jednoplechowe, t. j. hermafrodytyczne pleśniaki.

Przyczyną choroby kartofli (zaraza kartoflana) jest również pleśniak, *Phytophthora infestans* de Bary, którego rurki przenikają przez błony komórek skórki liścia do przestworów międzykomórkowych, w nich się rozwijają i niszcząc tkankę rośliny żywiącej, tworzą brunatne plamy powiększające się coraz bardziej. Aby otrzymać grzyb silnie owocujący, umieszczamy zarażone części pędów kartofla pod szklannym kloszem i pozostawiamy tak około dwóch dni. Chore liście

<sup>1)</sup> A. F. Blaskesele: *Annales mycologici*. Vol. VI. 1906. S. 1. S. a. Tenze: *Bot. Gaz.* Tom XLII. 1906. S. 161, tom XLIII. 1907. S. 415, tom XLII. 1909. S. 418.



pokrywają się po obu stronach, głównie jednak na dolnej powierzchni białą pleśnią, utworzoną z nitkowatych szypulek. Pokłady pleśni są rozwinięte szczególnie na brzegach brunatnych plam. Równie dobrze można je badać na materiale alkoholowym. Na skrawkach powierzchniowych liścia dostrzegamy podstawki konidialne, wystające z szeroko rozwartych szparek. Wyglądają one, jako delikatne nieprzeźródtkowane nitki, wypełnione drobnoziarnistą protoplazmą, rozgałęzione w górze (rys. 93 A). Rozga-



Rys. 93. A—obraz z powierzchni liścia *Solanum tuberosum* z nitkami zarodnikowymi *Phytophthora infestans*, wystającymi ze szparek oddechowych, pow. 90 razy. B—dojrzała zarodnia, C—zarodnia z treścią podzieloną, D—pływka. B—D pow. 540 razy.

łęzienie jest jednoosiowe, następuje ono zwykle dwa albo trzy razy. W suchem powietrzu podstawki konidialne kurczą się i skręcają przytem wokoło swej osi. Zakończenia gałązek mogą posiadać zarodnie, znajdujące się w rozwoju. Zarodnie dojrzałe kształtu cytrynowatego odpadły podczas wkładania preparatu do wody. Aby natrafić na zarodnie, siedzące na podstawkach, należy preparaty badać na sucho pod szkiełkiem przykrywkowym, aby w taki sposób uchronić od zbyt szybkiego wysychania. — Delikatne skrawki poprzeczne wykonane w rdzeniu bżowym przez chore liście i to na pograniczu plam, pozwalają na wyraźne obejrzenie, w jaki sposób podstawki zarodni wychodzą ze szparek oddechowych. Bardzo często liczne takie nitki obok siebie wychodzą z jednej i tej samej szparki oddechowej, albo częściej jeszcze grzybnia rozgałęzia się przy wychodzeniu i odpowiednio do tego daje nam liczne podstawki zarodni. Możemy również, co jednak połączone jest z dużymi trudnościami, wysłedzić nitki grzybni wewnątrz tkanki liścia i stwierdzić, że trzymają się one tutaj w przestrzeniach międzykomórkowych. Od nitek grzybni do komór-

rek rośliny gospodarza przenikają liczne nadzwyczaj delikatne nitkowate ssawki (haustoria). Same nitki grzybni jednocześnie ściśle przylegają do komórek rośliny gospodarza. Ziarna chlorofilowe tej ostatniej ulegają najpierw zbrunatnieniu, wkońcu cała treść komórkowa zamienia się w ciemno-brunatną masę i komórka zapada się.—Zarodnie są ukształtowane w postaci cytryny (rys. 93 B) z krótkimi szypułkami o nieco zaostrzonym wierzchołku i drobnoziarnistej treści. Błona zarodni jest deli-



katna, na wierzchołku nieco nabrzmiała. Gdy zarodniki osiągną całkowity swój wymiar na zakończeniu szypułki, wówczas szypułka ta rośnie w miejscu osady konidium i odpycha zarodnię na bok tak, że ta ostatnia przybiera położenie prostopadłe do gałązki. Na wierzchołku gałązki wkrótce powstaje zaczątek nowego konidium (por. rys. 93 A).—Zasiejemy teraz świeże zarodnie w kropli wody na szkiełku przykrywkowym i przez poruszanie kropli postaramy się doprowadzić do tego, żeby zarodnie zanurzyły się zupełnie. Położmy szkiełko na małej wilgotnej kamerze (porównaj str. 166) i tym sposobem otrzymamy kroplę wiszącą. Hodowli tej nie należy wystawiać na zbyt silne światło. Po upływie godziny, albo później, poczyna się tworzenie pływek z zawartości zarodni. Dlatego też utwory te należy uważać za zarodnie, a nie konidja. Zresztą zarodnie te mogą się zachowywać, jako konidja, ponieważ widzimy, że niektóre z nich, leżące na powierzchni, albo na brzegu kropli mogą wypuszczać z przedniej brodawki woreczek kiełkowy. W zarodniach zanurzonych w wodzie i tworzących pływki, treść się dzieli na nieoznaczoną ilość komórek (C), które posiadają każda jedną małą środkową wodniczkę. Wierzchołek zarodni nabrzmiewa brodawkowato, wkońcu rozpuszcza się, a przez mały okrągły otwór przeciskają się kolejno odosobnione masy treści. Wkrótce rozpraszają się one, jako pływki. Postaramy się utrwalić te pływki przy pomocy jodu w jodku potasu; wówczas na każdej będziemy mogli stwierdzić obecność dwóch rzęs. Są one osadzone z boków w bliskości wodniczki, która się teraz znajduje na obwodzie (D). Ruch pływek trwa około godziny, poczem przechodzą w stan spoczynku, pokrywają się błoną i wkrótce wypuszczają woreczek kiełkowy. Woreczek kiełkowy wytworzony bezpośrednio z konidjum, lub z pływki, wnika przez skórkę w łodygę i liście kartofla i może zarazić w ten sposób całkiem zdrową roślinę. Tworzenie się zarodni sprzyja szybkiemu rozmnażaniu się pasorzyta.

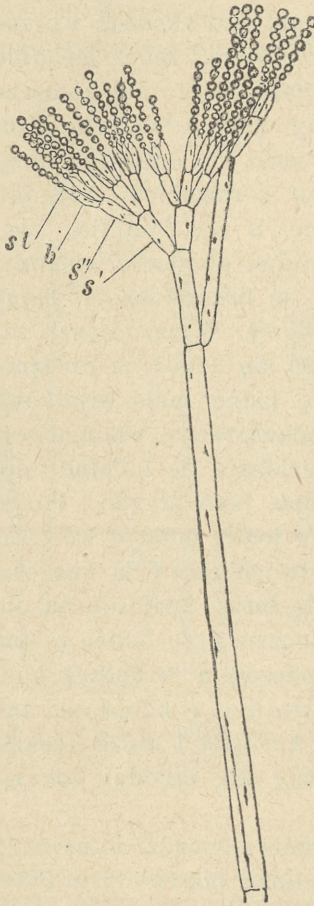
W ostatnich czasach dla *Phytophthora infestans* stwierdzono narządy płciowe<sup>1)</sup>. Zachowują się one podobnie, jak u blisko pokrewnych *Pernosporeae*. Wewnątrz rośliny gospodarza powstają kuliste oogonia, czyli rodnie; do każdej z nich przylega mała gałązka grzybni wykształcająca się jako plemnia. Plemnia wypuszcza woreczek zapładniający, który przenika aż do środkowego jaja, znajdującego się w rodni; komórka jajowa następnie pokrywa się grubą błoną.

Na wszystkich przedmiotach trzymany w wilgoci, a na których znajdują się choć ślady pożywienia, pojawia się wkrótce niebiesko-zielona pleśń *Penicillium crustaceum* Fries. Jest to grzyb najbardziej rozpowszechniony, wszędzie go można napotkać. Nie zbraknie nam więc materiału do badania. Najdogodniej wszakże będzie zwilżyć kawałek chleba

<sup>1)</sup> Porównaj G. P. Clinton: Rep. Connecticut Agricult. Exp. Stat., Botan. 1909—10. S. 753 i nast. i J. Erikson: Ark. f. Bot. Stockholm. Tom XIV, Nr. 20, 1916.



i umieścić go pod kloszem szklannym. Na chlebie tym z początku wprawdzie pojawią się Mucorineae; wkrótce jednak *Penicillium*, rozwijające się wolniej, zagłusza je i po 8 dniach gruba niebiesko zielona powłoka rozpościera się na podłożu. Niebiesko zielona barwa pochodzi od zarodników *Penicillium*, które wszakże tylko w wielkich masach wydają się tak zabarwione. —



Rys. 94. *Penicillium crustaceum*. Strzępka z okółkami gałązek *s'* i *s''*, *b*—podstawa, *st*—wierzchołek sterigmy; jądra komórkowe widoczne w strzępce. Według preparatu w alkoholu z hematoksyliną. Pow. 540 razy.

Zdjąwszy nieco materiału z podłoża, zbadajmy go w wodzie. Pomiedzy nitkami grzybni znajduje się wiele powietrza, co utrudnia badanie. Jednakże z łatwością można usunąć to powietrze, umieszczając materiał w kropli gliceryny i puszczając na to kroplę alkoholu, albo chloroformu. W tej samej chwili grzybnia zanurza się w kropli gliceryny i podczas badania niema w niej powietrza. Grzybnia tego grzyba składa się z rozgałęzionych nitek, podzielonych przegrodami. Treść, bezpośrednio widoczna, jest drobnoziarnistą protoplazmą o małych wodniczках. Pojedyncze nitki, niczem nie różniące się od nitek grzybni, są wykształcone w owocniki. Na swym wierzchołku posiadają krótkie gałązki, które, albo bezpośrednio unoszą okółek podstawek, albo też wprzód jeszcze wydają po jednym okółku krótszych gałązek bocznych (*s*) i następnie dopiero okółek podstawek. Rozgałęzienie to nadaje owocnikowi wygląd pędzelka. Często obok wierzchołkowego pędzelka znajdują się jeszcze boczne, powstałe z gałązek, wyrastających poniżej przegrody pierwotnego owocnika i wkrótce znowu tworzą owocniki (na rys. na prawo). Sterigmy na końcach przedłużają się w delikatny wyrostek (*st*). Wyrostek ten kulisto nabrzmiewa na swym końcu i tworzy szybko powiększającą się konidję. Pod pierwszą konidją wkrótce występuje drugie nabrzmienie, przekształcające się również w konidję i t. d., aż powstanie łańcuch konidij. Najwyższe konidja łańcucha zostają odrzucone, gdy tymczasem od dołu występują nowe. — Kępki *Penicillium* utrwalone w alkoholu dają się łatwo barwić

hematoksyliną, przyczem możemy stwierdzić, że w komórkach grzybni i w owocniach znajdują się liczne jądra. Jądra te są bardzo drobne, badanie ich jednak wymaga silnych powiększeń. Podstawki są zazwyczaj na wierzchołku tak silnie wypełnione treścią, że wykrycie tam jąder



jest prawie niemożliwe. Z drugiej strony w konidjach przy dostatecznie silnem powiększeniu można go stwierdzić z całą pewnością.

Wkońcu należy dodać, że obok tylko co zbadanych owocników udało się wyhodować u *Penicillium* drugą formę owocowania. Owoce takie powstają w odpowiednio prowadzonych kulturach masowych. Mają one wielkość małych łebków od szpilki i żółtawe zabarwienie. Wewnątrz po długim okresie spoczynku powstają woreczki, z których każdy wydaje po 8 zarodników. Tak więc, *Penicillium* należy do grzybów workowych (*Ascomycetes*), a mianowicie jest przedstawicielem działu o owocniach zamkniętych (*Ascomycetes cleistocarpici*). Z zarodników, wytworzonych w woreczku, można znowu wyhodować na szkiełku przedmiotowym pędzelkowate owocniki.

## ROZDZIAŁ XXIV.

Rozmnażanie się grzybów i porostów.

### Materiał do badań:

Latem, względnie zimą: *Morchella esculenta* świeża, albo w alkoholu, nawet materiał wysuszony ponownie zwilżony. — Gatunki *Russula*, *Amanita*, albo *Psalliota*, świeże, albo w alkoholu.—Owocujące *Anaptychia ciliaris*, świeże, albo zwilżone.

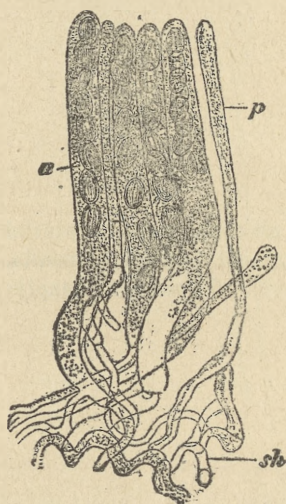
### Odczynniki:

Roztwór jodu w jodku potasu.

Aby zapoznać się z budową obłóczka (*hymenium*) wysoko rozwiniętej formy workowców, zwróćmy się najlepiej do smardza (*Morchella esculenta*). Do badania można użyć nawet grzybów wysuszonych, które zostały zwilżone. Naturalnie okazem świeżym należy dać pierwszeństwo. Po wszechnie znany smardz posiada owocnię nieprawidłowo jajowatą, opatrzoną szypułką, mającą wewnątrz prostą jamę; górna jego część nabrzmiała jest mocno pofałdowana. Pola wklęsłe kamery są pokryte tkanką obłóczkową, która nie rozwija się wcale na żebrach, wystających nazewnątrz. Odpowiednie skrawki bardzo łatwo otrzymać; należy je poprowadzić prostopadle do którejkolwiek kamery. Obłóczka składa się z równoległych worków zarodnikonośnych (*asci*) i wstawek (*paraphysy*) (rys. 95). Worki ( $\alpha$ ) są prawie walcowate i zawierają w górnej części 8 skupionych elipsoidalnych jednokomórkowych zarodników (*ascospory*). Oprócz zarodników znajduje się jeszcze w worku epiplazma, silnie załamująca światło. — Młody worek zawiera początkowo dwa jądra, które następnie zlewają się z sobą. Z jądra, które powstało przez zlanie się, powstaje 8 jąder przez kolejne podziały; dookoła każdego jądra tworzą się zarodniki.—Wstawki



są to brunatne, u góry cokolwiek nabrzmiące nitki, posiadające przegrody. Szczytowa komórka nitki jest szczególnie długa. Długością jednak nie dosięgają wysokości worków. Worki i wstawki wychodzą, jako zakończenia nitek z gęsto splecionej, płasko rozpostartej podobłóczkowej tkanki. Tkanka ta spoczywa na luźniej zbudowanej wewnętrznej warstwie nitek ciała owocowego. Dodanie roztworu jodu w jodku potasu barwi masy epiplazmy w worku na czerwono-brunatno. Reakcja ta jest charakterystyczna dla epiplazmy i jest uwarunkowana obecnością glikogenu. Charakterystyczne właściwości tej reakcji występują przy ogrzaniu. Do preparatu, znajdującego się w wodzie i zabarwionego przez dodanie jodu w jodku potasu, dolewamy cokolwiek wody, ale nie tyle, aby nastąpiło odbarwienie; następnie ostrożnie ogrzewamy do 60° i na białym pa-



Rys. 95. Wycinek z obłóczki *Morchella esculenta*. *a* — worki, *p* — wstawki, *sh* — tkanka podobłóczkowa.  
Pow. 240 razy.

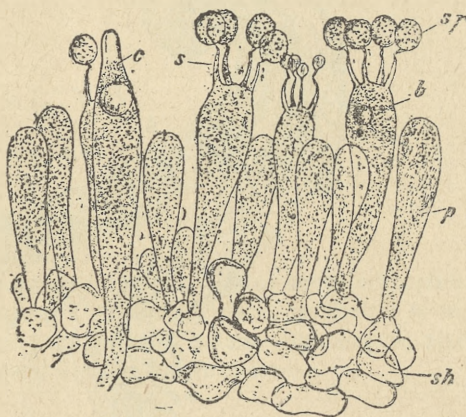
pierze porównujemy, czy zabarwienie nie zbladło. Jeżeli to nastąpiło, szybko oziębiamy preparat. Wówczas następuje ciemniejsze zabarwienie, na większych preparatach widzialne już gołym okiem. Przy pomocy jodu w jodku potasu można uwidocznić podstawę niektórych worków stosunkowo głęboko w tkance podobłóczkowej. Treść zarodników, wstawek, tkanki podobłóczkowej i tkanki wewnątrz ciała owocowego barwi się równocześnie na żółto i żółto-brunatno.

Aby zapoznać się z budową obłóczki u *Hymenomyces*, wybierzemy najlepiej jeden z licznych gatunków *Morchella* (*Amantia*), pieczarki (*Psalliota*) albo gołąbka (*Russula*). Opiszemy tutaj gatunek *Russula*, gdyż posiada on cystydy. — Dolna powierzchnia kapelusza przedstawia blaszki ułożone promieniowo. Są one pokryte obłóczką. Wytnijmy z kapelusza wąski kawałek, równoległe do przebiegu blaszek i zróbmy z niego możliwie cienkie skrawki poprzeczne, prostopadłe do blaszek. Cały przekrój poprzeczny wy-

gląda, jak grzebień, na którym przecięte blaszki stanowią zęby. Przy słabszym powiększeniu widzimy, że strzępki z krążka kapelusza wchodzi do blaszki, przebiegają pośrodku niej prostolinijnie i wciąż się rozgałęziają, dają gałęzie, kierujące się ukośnie ku bokom blaszki i rozgałęziające się znów dalej. Część tych gałązek nabrzmiewa maczugowato i ślepo się kończy. Większa część zachowuje swą wysmukłość i u podstawy maczugowato nabrzmiętych gałązek tworzy gęstą tkankę z krótkich zaokrąglonych członków, którą odróżniają jako warstwę podobłóczkową. Mniej więcej wyraźnie odznacza się ona od wewnętrznej masy tkanki blaszkowej, zwanej „trama”. Maczugowato nabrzmięte gałęzie tramy służą zapewne do tego, aby blaszkom nadać potrzebne naprężenie.



Z tkanki podobłózkowej wyrastają podstawki i wstawki (rys. 96). Mają one przebieg prawie równoległy, są prostopadłe do boków blaszki i tworzą obłózkę. Podstawki (*b*) są maczugowate. Na spłaszczonym wierzchołku wytwarzają 4 jednostajnie rozmieszczone cienkie gałązki, t. j. sterygmata (*s*). Te ostatnie powoli nabrzmiewają na wierzchołku i każda wydaje tym sposobem elipsoidalny zarodek podstawkowy (*sp*). Zupełnie wyrośnięte zarodniki podstawkowe są po największej części gładkie, albo u niektórych gatunków rodzaju *Russula* (rys. 96) są pokryte na powierzchni krótkimi kolcami. Odgraniczają się następnie przegrodą od sterigmy i wkońcu odpadają. Odgraniczenie i oderwanie następuje nieco poniżej nabrzmienia zarodnikowego w miejscu, gdzie sterigma przedstawia nieznaczne zagięcie. Odpadły zarodek jest przeto zaopatrzony krótką szypułeczką.—Podobnie, jak w zaczątkach worków u workowców, tak samo w każdej młodej podstawce początkowo znajdują się po dwa jądra; zlewają się one ze sobą; w ten sposób powstałe jądro dzieli się na dwa jądra, te ostatnie każde na cztery dla zarodników. — Między podstawkami znajdują się niższe płonne wstawki (*p*). — Muchomory i pieczarki są podobne do tylko co opisanego grzyba. U pieczarki jednakże między podstawkami i wstawkami znajdują się pojedyncze „cystidy” (*c*). Są to utwory wielkości podstawek, wystające swemi ostro zakończonymi wierzchołkami nieco nad powierzchnię obłóczki, a zwężoną podstawą przeryniają blaszkę podobłózkową i stanowią bezpośrednie gałęzie środkowych elementów tramy. Przez to, że rozdzielają sąsiadujące z sobą części obłóczki, sprzyjają, zdaje się, wyrzucaniu zarodników i służą także, jako narządy do wydzielania wody, względnie rozpuszczonych produktów przemiany materji<sup>1)</sup>. Wszystkie wymienione elementy są w nasadzie odgraniczone przegrodami i zawierają drobnoziarnistą plazmę i często nieliczne krople tłuszczu (porównaj rys. 96 w *b* i *c*).



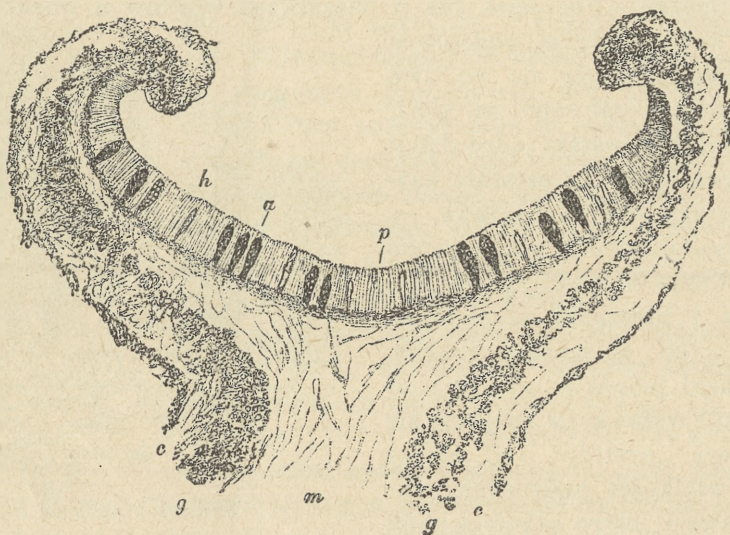
Rys. 96. Wycinek z obłóczki *Russula rubra*. *sz* — warstwa podobłózkowa, *b* — podstawki, *s* — sterigmy, *sp* — zarodniki, *p* — wstawki, *c* — cystydy. Pow. 540 razy.

Grzyby, tworzące plechę porostów, z małymi wyjątkami należą do workowców. Owocniki znanej nam już *Anaptychia ciliaris* (rys. 97) są to miseczkowate utwory z oprawą utworzoną z plechy. Oprawa i otoczka zwęża się szypułkowato. Poprzeczny skrawek szypułki przed-

<sup>1)</sup> Por. F. Knoll: Jahrb. f. wiss. Bot. Tom I L, 1912, str. 453 i nast.



stawia budowę promienistą, posiada zbitą warstwę korową i jednostajną warstwę glonów i konidjów. Wnętrze szypułki zajmuje rdzeń utworzony z luźnego splotu strzępek.—Zróbmy teraz podłużne środkowe skrawki z owocnika. Przedstawiają one otoczkę utworzoną z tkanki plechy. Warstwa glonów (*g*) sięga aż do brzegu otoczki, która miejscami wydłuża się w wyrostki rzęsowate. Szypułka owocnika jest miseczkowato rozszerzona dla przyjęcia obłóczki (*m*), spoczywającej na tkance rdzeniowej (*m*). Obłóczka wyróżnia się brunatnawym zabarwieniem. Składa się ona z bardzo licznych, długich, nadzwyczaj wąskich nitek przegródkowanych, czyli wstawek (*p*); pomiędzy nimi leżą mniej liczne maczugowate woreczki zarodnikowe. Te ostatnie są rozmaitego wieku; dojrzałe zawierają 8 zarodników o ścianach brunatnych. Zarodniki są elipsoidalne dwukomór-



Rys. 97. Owochnik z *Anaptychium ciliaris*. *h* — obłóczka, *a* — worek, *p* — wstawki, *c* — warstwa korowa, *m* — rdzeń, *g* — warstwa glonów.  
— Pow. 45 razy.

kowe, na granicy obu komórek nieco zwężone. Wstawki i woreczki wyrastają z tak samo zabarwionej i splecionej warstwy poziomo rozpostartej i niezbyt grubej, którą nazywamy warstwą podobłóczkową. Spoczywa ona na rdzeniowej tkance szypułki, od której odróżnia się brunatnym zabarwieniem i brakiem przestworów, zawierających powietrze. Gdy, jakśmy już widzieli, strzępki plechy nie barwią się na niebiesko roztworem chlorku cynku z jodem (str. 142), tkanka obłóczkowa po dodaniu niewielkiej ilości roztworu jodu w jodku potasu, przyjmuje ciemno-niebieskie zabarwienie. Ściany elementów obłóczkowych składają się ze szczególnej odmiany błonnika, zwanej błonnikiem mączkowym. — Rozpatrując plechę *Anaptychia ciliaris* przez lupę, tu i owdzie spostrzeżemy brodawkowate wzniesienia pojedynczo, lub ułożone grupami. Jeżeli z miejsc takich zro-



bimy cienkie skrawki poprzeczne w dostatecznej ilości, łatwo możemy natrafić na takie wzniesienie. Przedstawia ono utwór jajowaty pogrążony w plesze, mający ujście nazewnątrz w postaci otworu, jest to „spermogonium”. Zajmuje on prawie całą grubość plechy, z boków jest otoczone warstwą glonów i wewnątrz wypełnione gęstą masą nitek, które w starszych spermogonjach poprzerywane są jamami w postaci szpary. Do szpary tej wchodzi pałeczkowate spermata oddzielane w zakończeniach nitek wyściełających jamy. Przez górny otwór spermogonium spermata mogą wystąpić nazewnątrz. Już kilkakrotnie dowiedziono, że spermogonia są męskimi narządami rozmnażania u porostów i że związek owocny zaczyna się rozwijać po sprzężeniu się spermatorów z narządem żeńskim, t. zw. trychoginem.

Jeżeli nie mamy do rozporządzenia owocującej Anaptychii, z równem powodzeniem możemy badać owocniki większości innych porostów.

## ROZDZIAŁ XXV.

Rozmnażanie się mszaków.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: *Marchantia polymorpha* z rozrodkami, również rośliny żeńskie i męskie z narządami rozmnażania i owoce z osadnika świeże, względnie w alkoholu. — *Mnium hornum*, albo inny gatunek *Mnium*, albo *Bryum*, albo *Funaria hygrometrica* z owocami świeże, lub rozmoczone.

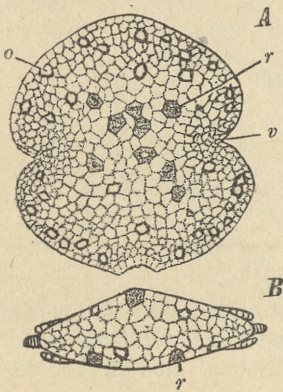
### Odczynniki:

1% kwas osmowy. — Jod w jodku potasu.

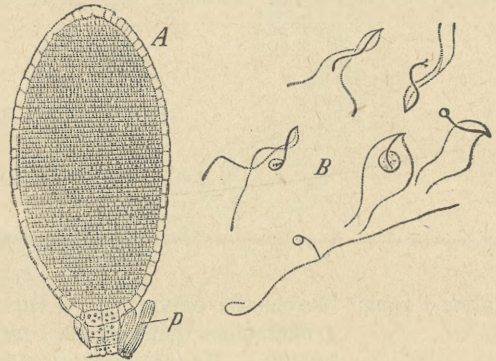
Ogólnie rozpowszechniona pospolita porostnica (*Marchantia polymorpha*) szybko rozmnaża się na drodze wegetatywnej przy pomocy rozrodków (rys. 99). Są one w ogólności bardzo częste u wątrobowców. Tutaj występują w szczególnie wybitnej formie. Rozrodki porostnicy powstają na grzbietowej powierzchni plechy w kubeczkowatych zbiornikach, posiadających pięknie ząbkowany brzeg. Rozrodki pokrywają podstawę kubeczka, wyróżniając się jaskrawo zielonem zabarwieniem. Podłużny środkowy skrawek przez kubeczek poprowadzony równolegle do osi podłużnej pędu, na którym spoczywa kubeczek, wykazuje, że ten ostatni naprzód zwęża się nieco ku górze, a potem dosyć nagle rozszerza się w zewnętrzny rąbek. Tkanka, tworząca komory powietrzne, przechodzi w boki kubeczka aż powyżej zewnętrznego rozszerzenia. Dno kubeczka zajmują jednokomórkowe maczugowate brodawki, których błony śluzowacieją. Pomędzy maczugowatymi brodawkami znajdują się nieliczne



2-komórkowe brodawki oraz takie, których górna komórka jest poprzecznie podzielona. Dolna komórka zawsze pozostaje pojedyncza i tworzy komórkę szypułkową. Potomstwo górnej komórki dzieli się także podłużnie, powiększa liczebnie i wytwarza płaskie ciało komórkowe, w środku wielowarstwowe. Wkońcu to ciało komórkowe przyjmuje kształt biszkoptu (rys. 98 A). Oddzielanie rozrodków od ich jednokomórkowej szypułki i ich opróżnienie z kubeczka odbywa się za pośrednictwem silnie rozplywającego się śluzu, wytworzonego przez jednokomórkowe brodawki maczugowate na dnie kubeczka. W każdym bocznym zagłębieniu biszkoptowego rozrodka (*v*) znajduje się wierzchołek wzrostu osłonięty krótkimi brodawkami. Komórki rozrodka zawierają duże ilości chlorofilu, jednakże na obu powierzchniach znajdują się większe komórki chlorofilowe (*r*), leżące bliżej środka, a zresztą nieregularnie rozrzucone.



Rys. 98.



Rys. 99.

Rys. 98. Rozrodki z *Marchantia polymorpha*. A — z powierzchni, B — w przekroju poprzecznym, *v* — wierzchołek wzrostu, *o* — komórki tłuszczowe, *r* — komórki włóśnikowe. Pow. 475 razy.

Rys. 99. *Marchantia polymorpha*. A — prawie dojrzałe plemnie w przekroju optycznym, *p* — wstawki, B — plemniki utrwalone 1% kwasem osmowym. Pow. A—90, B—600 razy.

Na brzegu niektóre komórki zawierają ciała tłuszczowe (*o*). — Wielkie, pozbawione chlorofilu komórki (*r*) po wysianiu rozrodków rozwijają się w ciągu jednego lub dwu dni, jako utwory przypominające korzenie, czyli t. zw. rhizoidy i rozwijają się na wilgotnej zacienionej stronie rozrodka, gdy tymczasem strona oświetlona wykształca się w morfologiczną powierzchnię górną.

Narządy rozmnażania porostnicowatych znajdują się na specjalnych osadnikach, które badać będziemy u tejże samej rośliny *Marchantia polymorpha*, gdzie również łatwo wydestakować okazy, rozmnażające się tylko na drodze wegetatywnej, co można wywołać przez wzmocnienie natężenia światła, np. przez bezpośrednie oświetlenie. Męskie i żeńskie osadniki bardzo łatwo odróżnić. Pierwsze przedstawiają utwory krążkowate, drugie

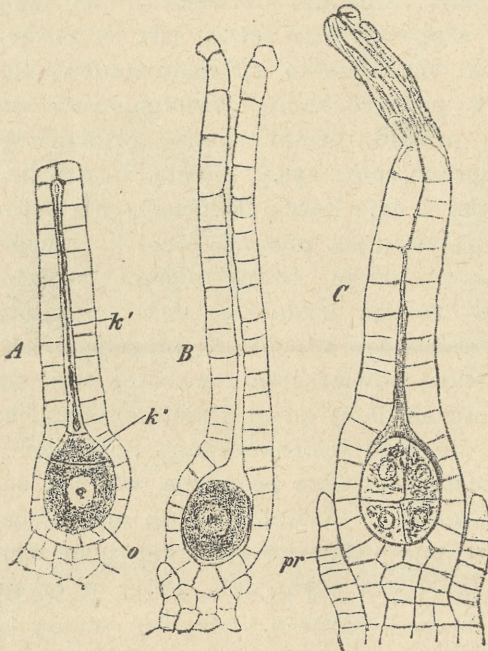


parasolowate. Obie płcie są rozdzielone między rozmaitemi roślinkami; osadniki wraz z ich szypułkami tworzą szczególnego rodzaju ukształtowane systemy rozgałęzień. Wykonywujemy w rdzeniu bżowym delikatne skrawki podłużne z męskiego osadnika i przekonywujemy się, że na swej górnej stronie posiada on budowę płaszczyzny grzbietowej plechy i że również jego strona dolna odpowiada płaszczyźnie brzusznej plechy; posiada kosmki i łuski. Na stronie górnej w specjalnego rodzaju jamkach znajdują się plemniki (rys. 99 A). Na udanych skrawkach możemy dostrzec, że w każdej jamie znajduje się jedna plemnica, a obok kilka krótkich jednokomórkowych wstawek (*p*). Ponad plemnią jamka jest zamknięta i pozostawia tylko wolny kanalik. Plemnica przedstawia się jako jajowate ciało, osadzone na krótkiej szypułce; jego ściana jest jednowarstwowa i zawiera chlorofil. Komórki macierzyste spermatozoidów powstają na skutek ciągłych podziałów przegródkami, przecinającymi się pod kątem prostym i w dojrzałej prawie plemni tworzą prostolinijnie ułożone rzędy podłużne i poprzeczne (por. rys.). Każda z tych komórek dzieli się wreszcie jeszcze raz i daje początek dwom spermatozoidom. Tuż bezpośrednio przed dojrzewaniem plemni komórki macierzyste zaokrąglają się, oddzielają się od siebie, ściana plemni rozdziela się na wierzchołku i komórki te zostają wydalone. Jeżeli puścimy kroplę wody na powierzchnię wykształconego kapelusza, to zobaczymy, że woda prędko rozpościera się po całej powierzchni i wkrótce staje się biała, jak mleko. Jeżeli teraz wodę tę zbadamy przy silniejszym powiększeniu, to stwierdzimy, że znajduje się w niej nieskończona ilość komórek macierzystych. Jednakże jej ściana wkrótce pęcznieje, wkońcu zostaje przedarta i wreszcie spermatozoidy wydostają się do otaczającej wody. Są one względnie małe i posiadają nitkowate ciało z dwiema długimi rzęsami. Na dolnym końcu mają one pęcherzyk, który w czasie rojenia się ginie. Aby je uwidocznić, do preparatu dodajemy kroplę 1% kwasu osmowego, poczem bardzo pięknie utrwalone utwory możemy badać wygodnie (rys. 99 B). Toż samo możemy otrzymać przez dodanie odrobiny jodu w jodku potasu.

Żeński osadnik tworzy, podobnie jak męski, promienisto rozpostarty system rozgałęzień; zazwyczaj posiada on osiem promieni. Między temi promieniami znajduje się 8 rzędów rodni przytwierdzonych na dolnej stronie osadnika. W porównaniu z osadnikiem męskim rzuca się w oczy różnica, że tutaj narządy płciowe znajdują się na stronie dolnej; morfologicznie jednak należą one do strony górnej. Zjawisko to pozostaje w związku z bardzo wczesnem przesunięciem znajdującego się tam pasma wzrostu na dolną stronę osadnika. Pod mikroskopem preparacyjnym możemy stwierdzić, że każdy szereg rodni, leżący pomiędzy dwoma promieniami jest otoczony wspólną jednostronną osłonką na brzegu wystrzępioną. Między dużym palcem a wskazującym wykonywamy względnie delikatne skrawki podłużne przez stosunkowo młody osadnik, przyczem



możemy użyć również materiału zakonserwowany w alkoholu; na niektórych skrawkach z łatwością możemy zobaczyć żeńskie narządy rozmnażania, rodnie. Najstarsze z tych utworów znajdują się na skraju, młodsze coraz bliżej szypułki. Pierwsze dojrzewające rodnie mają szyjkę zgiętą około brzegu krążka ku górze, szyjki następnych są skierowane wprost na dół. Prawie dojrzała rodnia (rys. 100 *A*) przedstawia krótką szypułkę, część brzuszną i część szyjkową. Ściana części brzusznej i szyjkowej jest jednowarstwowa. Wewnętrzną przestrzeń części brzusznej wypełnia jajko i komórka kanału brzusznego, oddzielająca się od jajka na krótki czas przed dojrzewaniem. W jajku z łatwością możemy dostrzec jądro. Przez



Rys. 100. *Marchantia polymorpha*. *A* — rodnia młoda, *B* — starsza otwarta, *C* — rodnia zapłodniona po rozpoczęciu się powstawania zarodka, *k'* — komórka kanałowa, *k''* — komórka brzuszna, *o* — jajko, *pr* — periantium. Pow. 540 razy.

dostatecznie silnym powiększeniu. Jeżeli dostrzeżemy dojrzałą rodnię, to podczas obserwacji puszczamy na brzeg szkiełka przykrywkowego kroplę wody. Gdy woda dojdzie do rodni, otwiera się ona prawie natychmiast. Otwieranie się zostaje spowodowane silnym pęcznieniem zawartości, znajdującej się w szyjce kanału. Komórki szyjowe na wierzchołku szyi odchodzą od siebie. Najpierw wydostaje się treść kanałowych komórek szyjki, następnie treść komórki kanałowej brzusznej. Jednorodna część tej treści jest utworzona z silnie pęczniącego śluzu, który rozchodzi się w otaczającej wodzie; ziarniste masy treści, przeciwnie, pod-

szyjkę przebiega kanał szyjkowy, powstający z szeregu czterech komórek kanałowych szyjki, których ściany poprzeczne rozpuściły się. Zdezorganizowana zawartość czterech komórek zlała się w ciągły sznur. — Między rodniami wyrastają z osadnika liczne małe listkowate łuski. Na wielu preparatach też można dostrzec jednostronną powierzchnię osłonki, wystrzępionej na brzegu i osłaniającej cały rząd rodni. Liczne jej komórki zawierają ciała tłuszczowe.

Na świeżym materiale pod mikroskopem z łatwością możemy oglądać otwieranie się rodni. Szybko przygotowujemy skrawki podłużne przez żeński osadnik, którego szypułka nie wydłużyła się jeszcze, albo bardzo niewiele, skrawki te na sucho kładziemy pod szkiełkiem przykrywkowym i przeglądamy przy



legają tam powoli rozpadowi. Zaraz po wydaleniu komórki kanału brzuszego, jajo w komórce centralnej części brzusznej zaokrągliła się (rys. 100 B). Na przednim jego brzegu często, lecz nie zawsze można rozróżnić jaśniejsze miejsce, plamkę zarodkową. Również u *Marchantia* bardzo łatwo można wyśledzić przenikanie spermatozoidów do kanału szyjowego. W tym celu do preparatu dodajemy trochę wody, która przedtem znajdowała się na dojrzałym męskim osadniku. Spermatozoidy prędko zbierają się w śluzie wydzielanym przez rodnię; zobaczymy, jak wchodzi one do szyjki, gdzie stają się niewidoczne. Rodnia wydziela ciało, zawierające białko, działające jako bodziec na plemniki i nadające im kierunek ruchu. W taki sposób wchodzi one do rodni, dzięki wydzielanemu przez nią śluzowi, w którym się powoli poruszają w kierunku otworu szyjkowego. Bardzo ciekawym jest stwierdzenie, że na niezapłodnionej rodni część szyjkowa nie zamyka się i w takim stanie rodnia ginie powoli. Jeżeli, przeciwnie, dodamy do preparatu wodę, zawierającą plemniki i jajo zostaje zapłodnione, wówczas część szyjkowa już po kilku godzinach zostaje zamknięta, dzięki zwężeniu postępującemu ku górze. Jeżeli preparat zachowamy, to już po 24 godzinach możemy stwierdzić istnienie błony komórkowej dookoła zapłodnionego jajka. W następnych dniach grubość tej błony zwiększa się jeszcze.

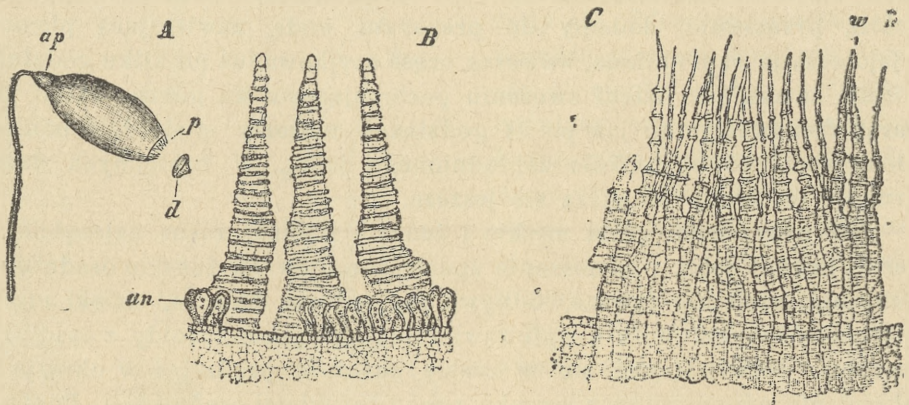
W przyrodzie, gdzie męskie i żeńskie roślinki rosną najczęściej razem i między sobą, przenoszenie spermatozoidów na żeńskie osadniki zazwyczaj, jeżeli nie zawsze, odbywa się podczas deszczu, dzięki mechanicznemu spryskiwaniu kropli zawierających spermatozoidy z osadników męskich, rozwijających się w czasie znacznie pręcej i w okresie zapłodnienia umieszczonych wysoko ponad żeńskimi osadnikami. Ponieważ rodnie są uwypukloné, a ze strony dolnej podzielone zbiegającymi się promieniami, zaś jej strona górna w przeciwieństwie do strony górnej męskich osadników pokryta jest brodawkami, sprzyjającymi prędkiemu rozprzestrzenieniu się wody, zawierającej spermatozoidy i odprowadzenie tej wody na dół, dzięki więc temu plemniki mogą bardzo łatwo dotrzeć do rodni.

Zapłodnione rodnie, które znajdujemy na skrawkach podłużnych, mają część szyjkową skurezoną i zbrunatniałą, jajko zaś podzielone (rys. 100 C). Wokoło podstawy rodni poczyna się rozwijać kubeczkowata osłonka, t. zw. periantium, które wkrótce okrywa całą nabrzmiałą rodnię. Na skrawkach podłużnych przez osadniki, mających promienie brzeżne podniesione do góry, widzimy żywo zielone nabrzmiałe rodnie rozszerzone podstawą, spoczywającą na powierzchni osadnika na wierzchołku koronowane resztkami szyi rodniowej. — Z zapłodnionego jajka powoli wyrasta owoc (sporogonium), który możemy dostrzec na przekrojach podłużnych ze starszych jeszcze osadników. Każdy z tych owocników jest torebką o krótkiej szypułce owalnego kształtu, żółtawo-zielonego koloru. Ściana torebki jest jednowarstwowa; rozpostarłszy ją igłami



i rozpatrując ją pod silniejszym powiększeniem na komórkach, zresztą cienkościennych rzucają się w oczy charakterystyczne pierścienie zgrubienia. Zarodniki żółtościenne są delikatnie kropkowane. Między nimi znajdują się długie, wąskie, na końcach zaostrome komórki, wyróżniające się dwiema brunatnymi wężownicowatymi wstęgami na ścianach; są to sprężyce (elateres). Wnętrze torebki jest wypełnione wyłącznie zarodnikami i sprężycami. Na torebkach już otwartych można stwierdzić, że otwarcie następuje na wierzchołku, gdzie ściana rozdziela się na kilka odginających się zębów. Sprężyce są silnie higroskopijne, zakrzywiają się podczas zmian wilgotności powietrza w tę i ową stronę i przez to przyczyniają się do wysiania zarodników.

Nie u wszystkich porostnicowatych narządy płciowe znajdują się na szczególnie wykształconych osadnikach. U innych wątrobowców w ogół-



Rys. 101. Zarodnia *Mnium hornum*. *A* — torebka i kawałek szypułki 4 razy pow., *d* — oderwane wieczko, *p* — ząbek peristomu, *ap* — podsadka; *B* — ząbki z krawędzi torebki, *an* — pierścien; *C* — rzęski z krawędzi torebki, *w* — rzęski szersze, *h* — węższe. *B* — widziane z zewnątrz, *C* — z wewnątrz. *B*, *C* — 60 razy powiększone.

ności nie występuje to zjawisko, przeciwnie, zdarza się bardzo często, że szypułka owocu wydłuża się bardzo znacznie i unosi kapslę z zarodnikami, co pobudza wysiewanie się zarodników.

Narządy płciowe mchów posiadają w przybliżeniu tę samą budowę co i u porostnicy. Nie będziemy się tutaj zajmowali badaniem tych narządów; ograniczymy się tylko do obejrzenia owocu mchów. Wybieramy do tego owoc *Mnium hornum*. Owoc tego mchu, jak również owoce innych *Bryineae*, a więc najwyżej rozwiniętych mchów, składa się z torebki i szypułki (seta) (rys. 101 *A*). Owoc ten podstawą szypułki jest pogrążony w tkance rośliny macierzystej. Czapeczka (caliptra), pokrywająca młodocianą torebkę, zostaje u mchów bardzo wcześnie odrzucona, tak, że odszukać ją bardzo trudno. Jest ona z jednej strony rozpruta aż do zwężonego wierzchołka i składa się z jednej, a w części z dwóch



warstw komórek wydłużonych. Zwężony wierzchołek kończy się zbrunatniałym kolcem, odpowiadającym szyjce rodni. U podstawy, to jest w miejscu, gdzie czepiec został oderwany przez wzrastającą zarodnię, wygląda jakby był odcięty. Wierzchołek torebki, pozbawionej czepca, pokryty jest wieczkiem, zaopatrzonym w krótki dziób (*a, D*). Przy pomocy igiełek wieczko to z łatwością możemy oddalić, poczem ujrzymy brzeg urny torebkowej pokrytej ząbkami. Ząbki te tworzą rąbek (peristomium). Górna część szypułki, przechodzącej w torebkę, nazywa się podsadką (apophysis) (*A, ap*). W danym wypadku ta ostatnia jest odgraniczona od torebki bardzo nieznacznym przewężeniem i odróżnia się od niej brunatną barwą. U niektórych mchów, jak np. Splachnaceae, podstawa bywa daleko większa od torebki. Aby się zorientować w budowie rąbka, zróbmy skrawek poprzeczny przez torebkę tuż pod brzegiem urny, poczem preparat przenosimy na szkiełko przedmiotowe tak, aby ząbki były zwrócone do góry. Zwierciadło mikroskopu odsuwamy na bok i obraz rozpatrujemy przy świetle, padającym z góry. Przytem możemy zastosować tylko słabe powiększenia. Stwierdzimy wówczas, że zęby są osadzone na wewnętrznym brzegu urny, że są one klinowato zaostrzone i poprzecznie prążkowane. Jeżeli lekko chuchniemy na przedmiot w czasie obserwacji, to zobaczymy, że zęby nachylają się ku wewnątrz. Są one higroskopijne, podczas wilgotnej pogody skręcają się do wnętrza i w taki sposób zamykają otwartą torebkę, gdy w czasie suszy odchylają się na zewnątrz, przez to znowu otwierają torebkę i w taki sposób powodują stopniowe rozsiewanie się zarodników z torebki. W urnie możemy naliczyć 16 zębów. Następnie umieszczamy skrawek w kropli wody i rozdarłszy go z jednej strony igłami, rozpościeramy na płasko, nakrywamy szkiełkiem przykrywkowym i rozpatrujemy w świetle, przechodzącym naprzód od strony zewnętrznej (*B*). Na brzegu urny, oprócz zębów, widzimy podwójny pokład nachylonych komórek brodawkowato wydłużonych, dosyć mocno zgrubiałych, obficie zawierających chlorofil (*B, an*). Komórki te mają błony bezbarwne, tylko u podstawy nieco zbrunatniałe. Łatwo odrywają się one od brunatnego brzegu urny. Dzięki tym komórkom odbywa się oddzielenie wieczka; tworzą one t. zw. pierścień (annulus) na brzegu urny. Jeżeli teraz preparat odwrócimy w taki sposób, że jego strona wewnętrzna będzie zwrócona ku obserwatorowi, to z łatwością można zobaczyć, że prążki poprzeczne, jakie już oglądaliśmy poprzednio na zębach, są listwami wystającymi na ich zewnętrznej powierzchni. Oprócz zewnętrznego rąbka utworzonego z zębów jest jeszcze i drugi wewnętrzny, składający się z t. zw. rzęs (*C*). Mniem *hornum* posiada więc podwójny rąbek, gdy u Bryineae istnieje tylko jeden. Znany także mchy pozbawione takiego rąbka. Również rzęsy Mniem *hornum* są to płaskie blaszki, które u dołu wydają się, jakby podzielone na oddziały, u góry są poprzecznie prążkowane małymi listewkami, wystającymi na ich górnej powierzchni. U dołu zrastają się one w ciągłą błonę.



wypuklającą się pomiędzy każdymi dwoma ząbkami rąbka zewnętrznymi. Każde dwie rzęsy ( $C, w$ ) tego wewnętrznego rąbka znajdują się między dwoma zębami zewnętrznego rąbka i wystawiają tutaj ukośnie swą krawędź. Z temi parami rzęs są ułożone naprzemianlegle inne bardzo wąskie rzęsy ( $C, h$ ), które po trzy znajdują się przed zębami zewnętrznego rąbka.—Delikatny skrawek poprzeczny poprowadzony cokolwiek głębiej przez torebkę wykazuje wewnątrz słupek (columella) utworzony z tkanki wielokomórkowej. Wokoło tej columelli leży jama wypełniona zarodnikami. Wewnętrzną jej ścianę tworzy sama columella, zewnętrzną podkład tkankowy przeważnie dwuwarstwowy, zawierający chlorofil, oddzielony od ściany torebki bardzo luźną tkanką chlorofilową. Ściana torebki jest dwu lub trzywarstwowa; jest ona pokryta skórka, odróżniającą się bardzo wyraźnie. Komórki tej skórki są jednostronnie silniej zgrubiałe i to nazewnątrz.—Zarodniki zawierają ziarna chlorofilowe, ściana ich posiada zabarwienie brunatnawe i jest pokryta delikatnymi brodawkami. W dogodnych warunkach możemy zauważyć, że jedna strona zarodnika jest zaostzona jako trójścienna piramida. To zaostwienie piramidalne pochodzi od tetraedrycznego ułożenia zarodników wewnątrz komórki macierzystej; odpowiada ono powierzchniom zetknięcia trzech bratnich zarodników. Na wilgotnej glinie, torfie albo ceglach, której dolna część jest zanurzona w wodzie, większość zarodników mchów można bardzo łatwo hodować, pobudzić do kiełkowania i dalszego rozwoju także bez światła; toż samo daje się uskuteczyć na sztucznych organicznych i nieorganicznych pożywkach, względnie mieszaninach agaru<sup>1)</sup>.

Aby uzupełnić nasze wiadomości, rozpatrzmy jeszcze skrawki z powierzchni torebki i podsadki. Stwierdzamy tutaj, że podsadka zawiera szparki oddechowe, które w istotnych cechach podobne są do szparek oddechowych roślin naczyniowych; u niektórych gatunków szparki oddechowe przechodzą na torebkę<sup>2)</sup>. Takie zachowanie jest tem bardziej godne uwagi, że wszystkie pozostałe części mchów nie posiadają takich, albo podobnych szparek oddechowych. Jeżeli będziemy badali skrawki powierzchniowe zewnątrz, to zobaczymy tylko kanały prowadzące do szparek oddechowych. Odwróćmy skrawki i rozpatrujemy je z zewnątrz, to wówczas w pomyślnych warunkach możemy odróżnić podobnie, jak u wyższych roślin ukształtowane dwie komórki, zamykające szparki oddechowe. Na takich skrawkach rozpoznamy jednocześnie, że zielone komórki pomiędzy ścianą torebki i woreczkiem zarodnikowym są ze sobą

<sup>1)</sup> Bliższe szczegóły o tych ostatnich patrz w dużym wydaniu tego podręcznika. 6-te wydanie, 1921, str. 546.

<sup>2)</sup> Porównaj z resztą G. Haberlandt, Jahrb. f. wiss. Tom., Bd. XVII, 1886. S. 461 i nast., dalej zestawienie O. Porscha: Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie, 1905. S. 33 i nast. i u K. Goebel: Organographie der Pflanzen, II wyd., 2 część, 1915—18. S. 861 i nast. Również dla czapeczki (u Eucalypta ciliata) znaleziono takie twory, jednakże uznano je za zniekształcenia rozwojowe. P. Janzen, Hedwigia. Tom LVII, 1916. S. 263.



podłużnie połączone, że rozgałęziają się i wyglądają jak nitki glonów. Również na poprzecznych przekrojach przez podsadkę zazwyczaj natrafimy na szparki oddechowe i z łatwością rozpoznamy jej obie komórki zamykające. Na szypułce niema wyraźnej skórki; powierzchnia zajęta jest 2—3 warstwami żółto lub czerwono-brunatnych mocno zgrubiałych komórek, których światło nazewnątrz powoli staje się coraz większe. W środku szypułki zróżnicowana jest środkowa wiązka przewodząjąca.

## ROZDZIAŁ XXVI.

Rozmnażanie się paprotników.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: *Scolopendrium vulgare*, liście zawierające zarodniki, świeże, względnie przechowane w alkoholu, także odpowiednie liście *Dryopteris* (*Aspidium*) *Filix mas*, albo innej *Polypodiacee*. — Przedrośla z *Polypodium vulgare*, albo innej *Polypodiacee* świeże. — Owocująca *Selaginella Martensii*, albo inny gatunek *Selaginella*, świeże, albo w alkoholu nawet materiał zielnikowy rozmoczony.

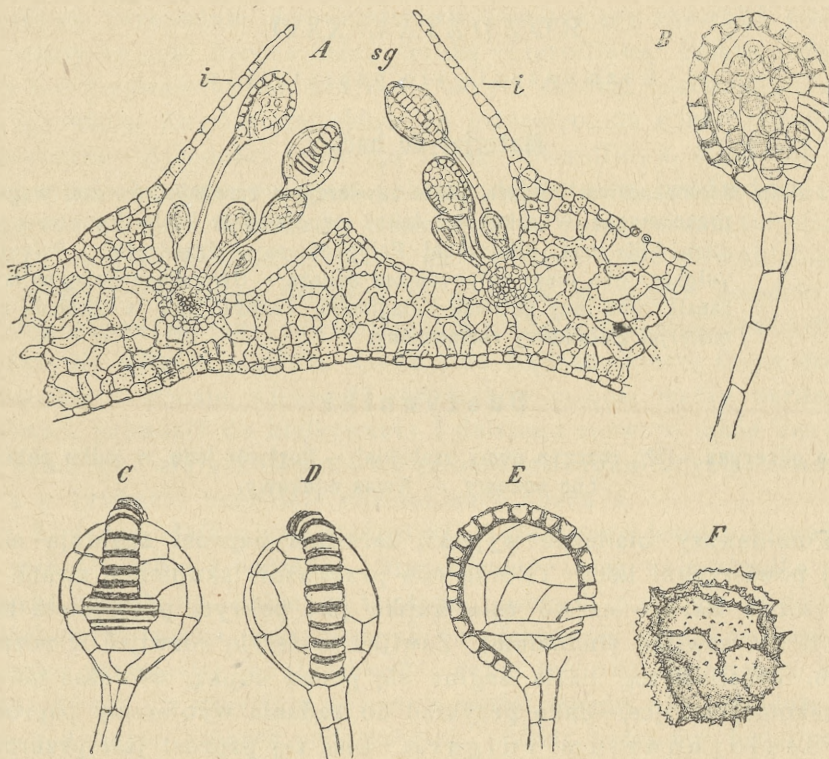
### Odczynniki:

Stężona gliceryna.—10% roztwór gumy arabskiej. — Roztwór jodu w jodku potasu. — Ług sodowy. — Kwas mlekowy.

Pominąwszy nieliczne wyjątki, zarodnie paproci znajdują się na dolnej powierzchni liści. Tworzą one przeważnie skupienia, zwane kupkami (*sori*). Bardzo często cała kupka jest pokryta przerostem liściowym, t. zw. zawijką (*indusium*). Zawijka może się rozwijać w rozmaity sposób. Jeżeli brzeg liścia zagina się ponad kupką, wówczas mówimy o wrzekomej zawijce. — Jako przykład do badania wybierzmy paproć pajęczą *Scolopendrium vulgare*. Liść tej paproci jest przerznięty grubym nerwem środkowym, od którego odchodzą cienkie nerwy boczne nieznacznie skierowane ku przodowi. W górnej połowie owocującego liścia tworzą się kupki. Zachowują one kierunek nerwów bocznych. Od wewnątrz są mniej lub więcej pokryte 2-ma wargowatymi zawijkami, z początku zachodzącymi na siebie, później rozstępującymi się. — Chodzi teraz o to, aby otrzymać cienki skrawek poprzeczny z owocującej części liścia. W tym celu wybieramy liść, na którym kupki już brunatnieją, lecz brzegi zawijki jeszcze się nie rozstały. Przy pomocy nożyczek wycinamy wąski pasek tkanki liściowej równoległy do kupki, umieszczamy go w rdzeniu bżowym i wykonywamy delikatne przekroje poprzeczne. Przekrój poprzeczny przez tkankę liściową (rys. 102 A) pokazuje nam skórkę z górnej i dolnej strony liścia i miękisz gąbczasty mniej luźny pod skórką z górnej strony. Pojedyńczy na pozór pasek kupkowy jest



rozdzielony na dwa paski ku sobie nachylone, leżące z prawej i lewej strony tuż ponad małą wiązką naczyniową. Powierzchnia liścia jest w odpowiednich miejscach rynienkowato wgłębiona i krawędzisto wystaje pomiędzy dwiema kupkami. Skórka przechodzi tutaj w zawijkę (*i*). Skórka ta ma budowę sąsiedniej skórki, brak jej tylko szparek oddechowych i wewnątrz komórek, względnie ziaren chlorofilowych. Zamiast tych ostatnich znajdują się małe bezbarwne chromatofory. Z dna rynienki wyrastają zarodnie (*sg*); są one w rozmaitych stanach rozwoju; każda



Rys. 102. *Scolopendrum vulgare*. *A*—przekrój poprzeczny przez owocującą część liścia, *i*—zawijka, *sg*—zarodnia, *B—E*—zarodnie, *B, E*—z boków, *D*—ze strony grzbietowej, *C*—ze strony brzusznej, *F*—zarodnia. Pow. *A*—50, *B—E*—145, *F*—540 razy.

powstaje z jednej komórki skórki. Już przy słabym powiększeniu (rys. 102 *A*) w każdej zarodni można rozróżnić szypułkę i torebkę, a w starszych zarodniach widać na torebce żółto-brunatny pierścień (annulus). Do dalszego badania zastosujemy silniejsze powiększenie (rys. 102 *B*). Szypułka jest złożona z prostego szeregu komórek przechodzącego następnie w podwójny szereg. Torebka zawiera jednowarstwową ścianę. Jak to widać na najrozmaitszych położeniach błony torebki (*B—E*); pierścień zbudowany jest z jednego szeregu komórek ściany torebki, wysta-



jących nazewnątrz. Szereg ten zaczyna się na szypułce, przebiega przez grzbiet i ponad wierzchołkiem zarodni spłaszcza się na przeciwnej stronie, gdzie staje się również szerszym i wkońcu ginie, nie dochodząc do szypułki. Ściany wewnętrzne i poprzeczne pierścienia są mocno zgrubiałe i zbrunatniałe; zgrubienie na ścianach poprzecznych zmniejsza się nazewnątrz i niema go zupełnie na ścianach zewnętrznych. Warstwy zgrubienia mają kształt litery U. Zarodnia otwiera się w miejscu między szerokimi komórkami, któremi się kończy pierścień (rys. 102 C, E). Jedna połowa szerokich komórek pozostanie na jednej, druga na przeciwnej stronie szpary poprzecznej. Pęknięcie zarodni jest wywołane pierścieniem, który przy wysychaniu usiłuje się prostować (patrz niżej). — Brunatna ściana dojrzałego zarodnika na zewnętrznej powierzchni pokryta jest listewkami siatkowato połączonemi i wzniesionemi na podobieństwa grzebienia koguciego.

U *Dryopteris* (*Aspidium*) *Filix mas* znajdujemy zawijki sercowato-nerkowate, które z wiekiem przybierają barwę ołowianą, wkońcu brunatnieją, kurczą się cokolwiek i nie pokrywają w zupełności ciemnobrunatnych kupek. Budowa zarodni jest taka sama, jak i u *Scolopendrium*. Na niektórych zarodniach widać krótki włos gruczołowy wystający z szypułki, zakończony jednokomórkową główką. Zarodnie są przytwierdzone na poduszczykowatym wzniesieniu, t. zw. łożysku, leżącym ponad wiązką naczyniową. Do tej ostatniej przylegają siatkowato zgrubiałe tracheidy, przechodzące w łożysko. Na wierzchołku łożyska jest osadzona zawijka, posiadająca rozszerzenie w postaci szypułki.

Jeżeli do preparatu, zawierającego dojrzałe, ale jeszcze zamknięte zarodnie i umieszczonego w wodzie, dodamy z brzegu szkiełka przykrywkowego płynu odciągającego wodę, najlepiej gliceryny, wówczas w naszych oczach zarodnie otwierają się powoli. Pierścień staje się przytem mocno wklęsły. Następnie wykonywa nagle ruch w odwrotnym kierunku, przez co zarodnia zamyka się mniej lub więcej zupełnie. Całe to zjawisko, wprawdzie z mniejszem natężeniem, może się powtórzyć kilka razy z rzędu. Dokładne badanie poucza, że w czasie otwierania się zewnętrzne ściany pierścienia wpuklają się bardzo silnie w odpowiednie komórki. Jest to spowodowane ciągłą utratą wody, jakiej doznają komórki pierścienia. Przez to również i ramiona listewek zgrubienia kształtu litery U są do siebie elastycznie zbliżone. Wkońcu spoistość wody w komórkach nie może się przeciwstawić parciu w odwrotnym kierunku. Wypełniająca je woda odrywa się nagle od błony, przyczem powstaje przestrzeń pozbawiona powietrza, a komórki pierścienia przyjmują swój pierwotny wygląd. Na tę chwilę przypada również wsteczny ruch pierścienia. Jeżeli szpara nie powstała we wszystkich komórkach, to wówczas utrzymuje się w nich tam, gdzie to jeszcze nie nastąpiło, wygięcie nazewnątrz. Powoduje to wtórny ruch otwierania. Jeżeli jednak glicerynę zastąpimy wodą, wówczas woda wdziera się do komórek pierście-

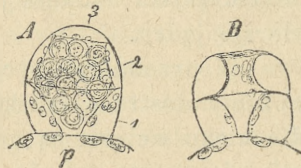


nia i zarodnia zamyka się prawie zupełnie. Przez ponowne dodanie gliceryny można spowodować otwieranie się. Jeżeli zarodnie otwierają się na powietrzu, wówczas z chwilą, gdy spoistość wody w komórkach pierścienia zostanie przełamana, wdzierają się do tych komórek powietrze.

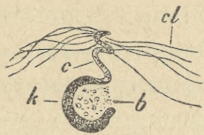
Wyberzemy również paprocie, aby zapoznać się z budową narządów rozmnażania w grupie skrytokwiatowych naczyniowych i gdzie można zarazem zbadać przebieg zapłodnienia. Przedrośle, będące płciowym pokoleniem paproci, możemy otrzymać bardzo łatwo. Wprawdzie wyszukanie przedrośli w przyrodzie jest połączone z dużymi trudnościami, jednak w cieplarniach nigdy ich nie brak. Przedrośla prawie zawsze znajdziemy na wilgotnych cienistych ścianach, na pniach paproci drzewiastej, na doniczkach kwiatowych. W ziemi, używanej do hodowli storczyków z gatunku *Sarracenia*, poprzerzynanej korzeniami *Polypodium*, znajdujemy przeważnie liczne przedrośla paproci *Polypodium vulgare*, którą wybierzemy tutaj do bliższego zbadania. Podobnie, jak u większości innych *Polypodiaceae* i u *Polypodium vulgare* przedrośla mają kształt małych, sercowatych listków żywo zielonych, przylegających do podłoża. Przedrośle średniej wielkości ujmujemy szczypczykami w miejscu, gdzie jest ono przytwierdzone do podłoża i odcinamy go. Następnie zanurzamy przedrośle do wody, poruszamy go kilkakrotnie w tę stronę i z powrotem, aby zmyć przylegające cząsteczki ziemi, kładziemy je następnie stroną brzusznią do góry w kropli wody na szkiełku przedmiotowym i rozpatrujemy pod szkiełkiem przykrywkowym. Przedrośle składa się z wielokątnych komórek, zawierających liczne ziarna chlorofilowe. W przednim wgłębieniu znajduje się drobnokomórkowa tkanka twórcza wierzchołka wzrostowego. Przedrośle, jak to łatwo możemy stwierdzić przez zmiany nastawienia, tylko w linii średnicowej jest wielowarstwowe. Ta środkowa część tworzy t. zw. poduszeczkę, która z boków przechodzi w jednowarstwową plechę i spłaszcza się powoli w kierunku podstawy przedrośla. Z dolnych części przedrośla wyrastają kosmki, czyli rhizoidy. Są one wytwarzane przeważnie wzdłuż linii średnicowej przedrośla. Są to długie jednokomórkowe, szybko brunatniejące woreczki. Na brzegu i na dolnej stronie przedrośla pojedyncze komórki poza tem wyrastają w krótkie, prawie bez wyjątku jednokomórkowe brodawki, podobnie jak kosmki, odgraniczone u podstawy przegrodą. Przedrośla są wyraźnie proterandryczne, t. j. na młodszych przedroślach spotykamy tylko męskie narządy rozmnażania, a dopiero na starszych występują żeńskie. Na przedroślach w średnim wieku możemy znaleźć oba narządy płciowe. Podobnie, jak kosmki, tak samo i narządy rozmnażania powstają na brzusznej stronie przedrośla. Męskie narządy rozmnażania, plemnie (antheridia), znajdują się w tylnej części przedrośla. Wyrastają one między kosmkami również bardziej na boku poza niemi. Powstawanie ich postępuje ku wierzchołkowi. Przedstawiają się w postaci utworów kolisto wypukłych (rys. 103 A), które w stanie dojrzałym zawierają małe kuliste ko-



mórki w większej ilości, otoczone jednowarstwową ścianą. Obok dojrzałych plemni znajdują się plemniki już opróżnione, które możemy poznać po brunatnieniu ich ścian zewnętrznych i gwiazdkowatym otworze w nakrywce. Całkowity wgląd w budowę plemni otrzymujemy dopiero wówczas, gdy rozpatrzemy ją z profilu. Takie obrazy boczne często otrzymuje się w miejscach przedrośla, przypadkowo zagiętych; otrzymujemy je również łatwo, zaginając w odpowiedni sposób igłą przedrośla, zawierające plemniki. Na odpowiednich obrazach bocznych (rys. 103 A) możemy teraz z łatwością stwierdzić, że plemniki siedzą na środku wypukłej komórki przedrośla (*p*), od której oddzielona jest przegrodą. Ściana prawie bez wyjątku składa się z dwóch komórek pierścieniowych, ułożonych jedna nad drugą, pozbawionych przegrody (1 i 2) i komórki nakrywkowej (3). Obraz boczny opróżnionej plemniki wykazują komórki pierścieniowe bardzo silnie nabrzmiałe (rysunek 103 B); dlatego komórki te występują jeszcze wyraźniej.—Jeżeli do badania wybraliśmy przedrośla od dłuższego czasu nie zwilżane, to niedługo będziemy czekali na opróżnienie pojedynczych dojrzałych plemni. Mechanizm opróżnienia polega na ciśnieniu, wywieranym przez pierścieniowate, wypełnione śluzem i powoli pęczniejące komórki ścienne na zawartość, przyczem komórka nakrywkowa, również pęczniejąca, zostaje oderwana. Treść plemniki wydobywa się w postaci kulistych odosobnionych komórek, które początkowo przez pewien czas spokojnie leżą w otaczającej wodzie. W każdej komórce, nawet przy względnie słabym powiększeniu można zauważyć zwiniętą nić, plemniki i środkowe skupienie małych ziarenek. Ściany tych komórek rozpuszczają się w wodzie i już po kilku sekundach poszczególne pojedyncze plemniki zaczynają się wyswabadzać. Odbywa się to nagle, przyczem skręty plemnika odsuwają się od siebie. W ten sposób plemniki wydobywają się jeden po drugim. Pojedyncze z tych plemników wysledzimy w otaczającej wodzie i stwierdzamy, że poruszają się one względnie szybko i obracają się jednocześnie dookoła swej osi. Po 20–30 minutach ruch spermatozoidów staje się wolniejszym i wreszcie całkiem ustaje. W czasie tych ostatnich okresów ruchu kształt plemnika stosunkowo łatwo możemy rozpoznać. Udaje się to jeszcze z większą łatwością, jeżeli do kropli wody, zawierającej spermatozoidy, dodamy 10% jasno odfiltrowanego roztworu gumy arabskiej i w ten sposób zahamujemy ich ruchy. Plemniki (rys. 104) utworzony jest z taśmy



Rys. 103. *Polypodium vulgare*. A — plemniki dojrzałe, B — opróżnione, *p* — komórka przedrośla, 1 i 2 — komórki pierścieniowe, 3 — komórka nakrywkowa. A i B pow. 240 razy.



Rys. 104. Plemniki paproci. Część (*k*), zawierająca jądro, na rysunku zaznaczono ciemniejszą barwą, *c* — część przednia opatrzona rzęskami, *b* — pęcherzyk.

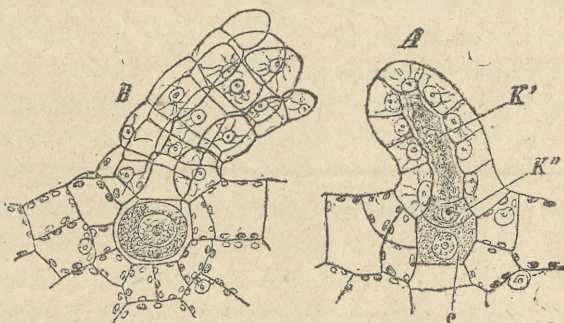
Pow. 540 razy.

Poruszają się one względnie szybko i obracają się jednocześnie dookoła swej osi. Po 20–30 minutach ruch spermatozoidów staje się wolniejszym i wreszcie całkiem ustaje. W czasie tych ostatnich okresów ruchu kształt plemnika stosunkowo łatwo możemy rozpoznać. Udaje się to jeszcze z większą łatwością, jeżeli do kropli wody, zawierającej spermatozoidy, dodamy 10% jasno odfiltrowanego roztworu gumy arabskiej i w ten sposób zahamujemy ich ruchy. Plemniki (rys. 104) utworzony jest z taśmy



skręconej w postaci korkociągu. Zgięcia na przednim końcu są węższe, w tyle rozszerzają się. Przednie wąskie skręty posiadają długie delikatne rzęsy. Między tylnymi skrętami znajduje się delikatny pęcherzyk z ziarenkiem w środku, dającym odczyn mączki; jest to niezużyta reszta treści macierzystej komórki spermatozoidu. Przez dodanie niewielkiej ilości roztworu jodu w jodku potasu plemniki utrwalają się dobrze. Dokładniejsze badanie poucza, że tylne szersze skręty spermatozoidu zawierają jądro.

W przednim wycięciu przedrośla na linii średnicowej poduszeczki możemy dostrzec żeńskie narządy rozmnażania, t. zw. rodnie (rys. 105). Niedaleko wcięcia są one jeszcze niezupełne, następnie idą dojrzałe, jednak nieotwarte, w końcu otwarte i zamarłe, wewnątrz zbrunatniałe. Żeńskie narządy rozmnażania z wielką łatwością możemy odróżnić od męskich. Wystają one ponad powierzchnię przedrośla w postaci krótkich walcowatych utworów, odwróconych od przedniego wcięcia. Ta swobod-



Rys. 105. *Polypodium vulgare*. *A*—niedojrzała rodnia, *K'*—komórka kanałowa, *K''*—komórka brzuszna, *o*—jajo. *B*—rodnia otwarta dojrzała. Pow. 240 razy.

na część rodni jest tylko częścią szyjkową, gdy część brzuszna jest pogrążona w tkance przedrośla. W części szyjkowej odróżniamy jednowarstwową z czterech komórek utworzoną ścianę i kanał środkowy, którego treść w dojrzałych rodniami w części środkowej jest ziarnista, obwodowej silnie załamująca światło. Ten wewnętrzny kanałszyjkowy maczugowato rozszerza się ku górze; u dołu przechodzi on w komórkę środkową rodni, w której znajduje się jajo. Ostatniego wszakże niepodobna prawie rozpoznać. Jeżeli pozostawiliśmy przedrośle kilka dni przed badaniem bez zwilżania wodą, to może się udać, że zobaczymy otwieranie rodni. Do dłuższego badania wybieramy taką rodnię, której zawartość kanałowa szczególnie silnie załamuje światło. Bardzo często otwieranie się następuje prawie momentalnie, często jednak musimy długo czekać. Otwieranie się szyjki następuje skutkiem ciśnienia, wywieranego przez silnie załamującą światło pęczniejącą substancję kanału szyjkowego na ściany szyjki. Cztery komórki na wierzchołku szyjki nagle rozchodzą się i zawartość kanału szyjkowego wychodzi nazewnątrz. Silnie załamująca światło masa tej zawartości rozchodzi się w otaczającej wodzie jako bezbarwny śluz, zaś jego ziarniste składniki powoli rozpadają się. Opróżnianie odbywa się z przerwami; najpierw wychodzi treść kanału szyjkowego, następnie komórki kanału brzuszego, która najpóźniej odgraniczyła się



od jaja. — W szczególnie dogodnych warunkach możemy teraz dostrzec wnikanie plemników do rodni. Widoki obserwowania tego zjawiska znacznie powiększamy, dodając do starszych przedrośli, które badaliśmy pod względem rodni, kilka młodych przedrośli, obfitujących w plemnie. Plemniki, które już przedtem znajdowały się w preparacie, spokojnie przepływają obok zamkniętych rodni. Gdy rodnia otworzyła się, wówczas już z pewnej odległości dającej się wymierzyć, plemniki kierują się ku ujściu szyjki rodni, gdzie zostają złowione przez wydzielający się śluz. Wewnątrz śluzu ruch ich staje się powolniejszy, jednak zatrzymują swój pierwotny kierunek, przenikają do kanału szyjkowego i dochodzą do jaja, gdzie jednak zostaje przyjęty tylko jeden plemnik. Jak to z całą pewnością stwierdzono, rodnie paproci wydzielają substancję, działającą jako bodziec chemiczny na plemniki i określającą kierunek ich ruchu<sup>1)</sup>. Jako specyficzny bodziec w tym wypadku działa przedewszystkiem kwas jabłkowy, występujący w ilości około 0,3% w ciałach wydzielonych przez szyjkę rodni. Udało się również przywabić te plemniki do rurek włoskowatych, w jednym końcu zatopionych i nastrzykniętych pod dzwonem pompy pneumatycznej roztworem 0,01—0,1% kwasu jabłkowego, połączonego z jakąkolwiek zasadą. Podobnie, jak do tych naczyń włoskowatych, tak samo plemniki paproci wstępują w większe włoski, najlepiej we włoski z liści barszczu pospolitego (*Heracleum spondylium*), jeżeli włoski z obciętemi końcami umieścimy w wodzie, zawierającej te ciała. Specyficznym bodźcem dla plemników widłaków jest kwas cytrynowy, dla wątrobowców (porównaj str. 187) białko, dla mchów cukier trzcinowy. — Do zapłodnienia wystarczy jeden jedyny spermatozoid. Do rodni wprowadzają liczne plemniki, ale jak to już wspomnieliśmy, tylko jedno dostaje się do jajka. Z łatwością możemy stwierdzić, że plemniki nie zabierają z sobą do rodni pęcherzyka, znajdującego się z tyłu, raczej pozostawiają go w śluzie przed otworem szyi, jeżeli z tym pęcherzykiem tam przybyły. Tu i owdzie ilość przylegających plemników jest tak wielka, że ostatecznie przepychają się pomiędzy sobą i wydłużając nitkowato, wypełniają cały kanał rodni, ba, nawet tworzą ogon przed jej otworem. — Zbadamy jeszcze rodnę na skrawkach. Skrawki te należy robić na linii średnicowej przedrośla, ponieważ wzdłuż tej linii znajdują się rodnie. Aby nam ułatwić krajanie, układamy kilka przedrośli jeden na drugim po uprzednim usunięciu wszystkich ziaren piasku. Prędko na skrawkach dostrzeżemy pożądaną obrazy. Rodnia, jak widzimy (rys. 105 A, B), jest swoją częścią brzusznią wgłębiona w przedrośle, jej część szyjowa zagięta. Możemy teraz odróżnić komórkę kanału szyjkowego (*K'*) i komórkę kanału brzuszniego (*K''*); rozpoznamy również jajo (*o*) i jego jądro. Część brzuszna rodni jest otoczona warstwą pła-

<sup>1)</sup> Porównaj W. Pfeffer: *Unters. a. d. bot. Inst. zu Tübingen*. Tom I, 1883. S. 367 i nast.; porównaj również B. Lidforss: *Jahrb. f. wiss. Bot.* Tom XLI, 1905. S. 67 i nast.; dalej K. Schibata: tamże. Tom II, 1911. S. 1 i nast.



skich komórek. W dojrzałej otwartej rodni (*B*) możemy u góry na jaju bardzo często rozpoznać miejsce bezbarwne, plamkę przyjmującą, gdzie się odbywa przyjmowanie plemników. — Pojedyncze, mniej środkowe skrawki przedstawiają także plemnice z profilu.

Selaginelle należą do widłaków różnozarodnikowych (*Lycopodineae*). Posiadają one dwojakiego rodzaju zarodnie i zarodniki. Aby uzupełnić dotychczasowy obraz, zbadamy jeszcze i te rośliny. Selaginelle nazywają także jęczyczkowemi (*Ligulateae*), ponieważ mają liście opatrzone u podstawy małym jęczyczkiem. Do badania użyjemy ogólnie rozpowszechnioną w cieplarniach *Selaginella Martensii* Sprg. Płodne okazy łatwo można rozpoznać po kłosach, będących skupieniami zarodni, rozwijających się na ostatnich rozgałęzieniach licznych pędów. Wegetacyjne ciało rośliny jest rozpostarte na jednej płaszczyźnie, posiada cztery rzędy liści w parach, krzyżujących się ukośnie. W każdej parze liści górny jest mały, dolny znacznie większy. Na powierzchni grzbietowej liście przylegają do łodygi swą górną powierzchnią. Na powierzchni brzusznej dwa rzędy liści dolnych rozpościerają się płasko na boki z górną powierzchnią, skierowaną ku górze. Wegetacyjne ciało rośliny jest przeto dwustronne i grzbietobrzusne, t. j. ma tylko jedną płaszczyznę symetrii, dzielącą ciało na prawą i lewą połowę i posiada powierzchnię brzuszną i grzbietową. Płodne kłosy wierzchołkowe są czworograniaste, opatrzone czterema rzędami jednakowych liści do góry wzniesionych. Zorientujemy się teraz w budowie kłosów przede wszystkim w ten sposób, że, poczynając od podstawy zapomocą igieł pod mikroskopem preparacyjnym, zdejmujemy z nich jeden liść po drugim. W kącie każdego liścia znajduje się jedna jajowata zarodnia, nieco spłaszczona. Przekonywujemy się przytem, że niektóre zarodnie są większe i posiadają wystające garby. Otworzywszy igłą wielkie garbate zarodnie, ujrzymy cztery wielkie zarodniki, całkowicie wypełniające zarodnie i wypuklające miejscami jej ściany. Otworzywszy małą zarodnię, zobaczymy, że jest wypełniona licznymi małymi zarodnikami. Wielkie zarodnie są zarodniami żeńskimi (*macrosporangia*); małe zarodnie i zarodniki są męskie (*microsporangia* i *microspora*e). Małe zarodniki, jak to można stwierdzić przy dostatecznie silnem powiększeniu, są z jednej strony trójściennie zastrzone, siatkowato wyrzeźbione i zwykle skupione po cztery. Też same stosunki, tylko w powiększonej skali występują na czterech wielkich zarodnikach. Wyraźnie możemy dostrzec na nich trójściennie zastrzenie z jednej strony; aby, przeciwnie, dobrze rozróżnić wystające siatkowato połączone listewki na ścianach komórek, trzeba je rozgnieść. Ściana małych zarodników staje się wkrótce ciemno-brunatną, gdy tymczasem zarodniki wielkie są daleko jaśniejsze. Oglądając liście, z których zostały usunięte zarodnie tuż ponad punktem zaczepienia tych ostatnich, spostrzeżemy jęczyczek w postaci błony jęczyczkowego kształtu. Ten jęczyczek służy do pochłaniania wody i soli mineralnych; w pewnych



jednak okolicznościach może działać jako narząd, wydzielający wodę. — Dalsze odrywanie liści z kłosa zarodnikowego przekonywa nas, że wielkie zarodnie są znacznie mniej liczne, aniżeli małe i znajdują się przeważnie w dalszych częściach kłosa.—Dojrzałe zarodnie pękają poprzecznie na dwie klapy, nie sięgające do podstawy.

Łącznie z powyższym należy zauważyć, że Selaginelle przy zaszczeniu tak znakomicie utrzymują się, że do badania możemy użyć nawet okazy zielnikowe, rozmoczone w ciepłej wodzie; na rodniach takich można badać nawet wierzchołek wzrostowy i zaczątki zarodni. Jeżeli rośliny zawierają liczne i duże pęcherze powietrzne, to należy je przed rozmoczeniem zanurzyć w alkoholu absolutnym. Skrawki ze świeżego, jak również z rozmoczonego materiału dają się bardzo pięknie rozjaśnić ługiem potasowym, lub przez gotowanie w kwasie mlecznym.

## ROZDZIAŁ XXVII.

Rozmnażanie się roślin nagonasiennych.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: męskie kwiaty *Pinus silvestris* w okresie kwitnienia, włożone do alkoholu w końcu maja.—W tymże czasie włożone do alkoholu żeńskie szyszki, stojące prostopadle na zakończeniach nowych pędów. — Szyszki z *Picea excelsa* z pierwszego roku, włożone do alkoholu; od połowy maja do końca czerwca co 8 dni materiał świeży wkładany do alkoholu.—Świeży materiał dzięki swej zawartości żywicznej jest mało dogodny dla badania, pożądany jest tylko pyłek w świeżym stanie. — Materiał alkoholowy umieszczamy przynajmniej na 24 godziny przed badaniem do mieszanki jednakowych części alkoholu i gliceryny.

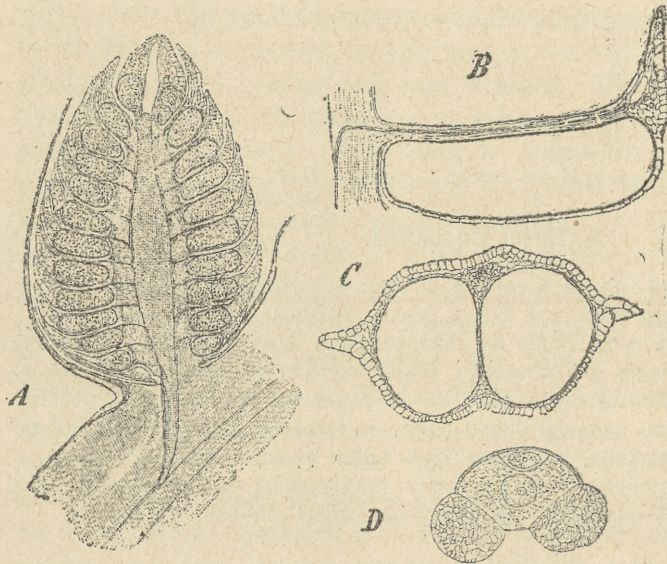
### Odczynniki:

Ług potasowy. — Gliceryna. — Kwas karbolowy, rozcieńczony alkoholem.

Rośliny jawnokwiatowe rozpadają się na 2 wielkie działy roślin nagonasiennych i okrytonasiennych. Działy te różnią się głównie budową kwiatu, jak również sposobami zapłodnienia i tworzenia zalążka, co najpierw zbadamy u roślin nagonasiennych. Zapoznamy się przedewszystkiem z budową męskich kwiatów sosny (*Pinus silvestris*). Kwiaty te wydzielają pyłek mniej więcej koło końca maja; jednakże bardzo dobrze można badać materiał alkoholowy; należy go przedtem jednak przynajmniej na dzień przed badaniem umieścić w mieszaninie jednakowych części alkoholu i gliceryny, gdyż jest bardzo kruchy.—Stwierdzamy najpierw, że kwiaty męskie znajdują się w większej ilości w dolnych częściach pędu z tegoż roku. Są one ułożone według wzoru  $\frac{5}{13}$  i swoim położeniem odpowiadają w zupełności pędom, skróconym złożonym z dwóch igieł, które w nieprzerwanych szeregach przylegają do



kwiatów. Kwiaty, podobnie jak pędy skrócone, znajdują się w kątach łusek. Na szypułce kwiatu męskiego znajdujemy najpierw trzy pary łusek. Para liści położona najniżej, jest ustawiona lateralnie do liścia okrywającego i do pędu macierzystego; położenie, wynikające z istniejących stosunków przestrzeni i występujące w pierwszej parze liści pąków wegetacyjnych roślin nagonasiennych prawie bez wyjątku. Za liśćmi krótkiej szypułki kwiatowej idą pręciki gęsto skupione i najczęściej ułożone w 10-u prostych szeregach. Oś kwiatowa jest wrzecionowato wydłużona.—Pojedynczy pręcik, oderwany i rozpatrywany pod mikroskopem do preparowania, wykazuje na swej dolnej stronie dwa podłużnie przymocowane pylniki, przylegające do siebie wzdłuż linii środkowej; na



Rys. 106. *Pinus Pumilio* (podobna do *Pinus silvestris*). *D*—z *Pinus silvestris*. *A*—przekrój podłużny przez kwiat męski prawie dojrzały. Pow. 10 razy. *B*—przekrój podłużny przez pojedynczy pręcik. Pow. 20 razy. *C*—przekrój poprzeczny przez pręcik. Pow. 27 razy. *D*—dojrzałe ziarno pyłku. Pow. 400 razy.

wierzchołku przechodzi w krótki, do góry skierowany wyrostek. Podłużny środkowy skrawek przez kwiat tuż przed otwarciem się woreczków pylnikowych (rys. 106 *A*) daje nam obraz (zwłaszcza bardzo wyraźny po działaniu ługiem potasowym), przebiegu wiązek naczyniowych w osi kwiatu, zaopatrzenie pręcików pojedynczemi wiązkami naczyniowemi, wkońcu osadzenie pylników na pręcikach. Na mniej

zapełnionych przekrojach podłużnych można wynaleźć cieńsze miejsca, gdzie jeszcze lepiej zbadamy budowę pojedynczych pręcików (*B*). — Robimy również styczne skrawki podłużne przez kwiat, aby otrzymać przekroje poprzeczne przez pojedyncze pręciki i wyszukujemy sobie jeden taki pręcik do bliższego zbadania (*C*). Stwierdzamy, że oba woreczki pylnikowe w tym dojrzałym stanie są oddzielone zwykle tylko jedną płaską ścianą złożoną z zapadniętych komórek; w środku ściany możemy znaleźć jedną albo kilka warstw płaskich komórek, zawierających mączkę. Na zewnętrznej swobodnej powierzchni woreczki pylnikowe są pokryte skórka, do której od wewnątrz zwykle przylegają tylko komórki zapad-

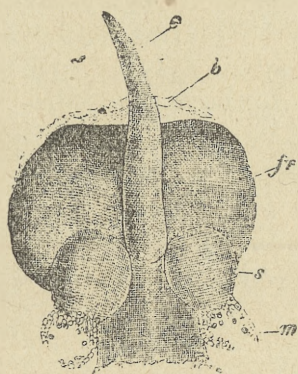


nięte. Komórki skórki są wyciągnięte w kierunku podłużnym liścia i zaopatrzone listwami zgrubienia, szczególnie silnie rozwiniętymi na ścianach bocznych; brak ich natomiast na ścianach zewnętrznych. W linii środkowej pręcika, powyżej i poniżej przegrody, dzielącej oba woreczki pylnikowe, przebiega pasmo tkanki mesofilu. Górne pasmo jest silnie rozwinięte i przerzniete bardzo delikatną wiązką naczyniową. Na obu bocznych krawędziach pręcika skórka wystaje w postaci skrzydełka mniej lub więcej rozwiniętego. W tym ostatnim wypadku pomiędzy skórką można wykryć trochę tkanki śródliściowej. Na stronie dolnej woreczków pylnikowych komórki skórki zmniejszają się z obu stron. Tam, gdzie komórki skórki są najsłabiej rozwinięte, woreczki pylnikowe otwierają się podłużną szparą. Te woreczki pylnikowe posiadają wielkie podobieństwo z zarodnikami widłaków. W rzeczywistości badania porównawcze nad historją rozwoju doprowadziły do wniosku, że woreczki pylnikowe roślin kwiatowych i małe zarodnie skrytokwiatowych są utworami homologicznymi. — Przypatrując się teraz ziarenkom pyłku wytworzonym w woreczkach pylnikowych i o ile można w stanie świeżym, stwierdzimy, że każde ziarno posiada środkowe ciało, do którego z boków przylegają dwa pęcherzyki (*D*). Jeżeli kwiat jest dojrzały, wówczas oba pęcherzyki wydają się czarne, ponieważ są wypełnione powietrzem. Na powierzchni tych pęcherzyków możemy dostrzec delikatną siatkę. Środkowa właściwa komórka pyłku zawiera drobnoziarnistą protoplazmę i duże jądro. Tuż przed otwieraniem się kwiatów w ziarnie pyłkowym następują podziały i w dojrzałym ziarnie możemy zauważyć na tylnej stronie przeciwległej skrzydełkom soczewkowatą komórkę. Komórkę tę najlepiej widać, gdy ziarno pyłkowe leży bokiem, jak to zostało przedstawione na naszym rysunku. W ziarnach pyłkowych większości roślin iglastych znajdujemy liczne takie komórki ułożone jedna nad drugą i tworzące charakterystyczne ciało komórkowe, mniej lub więcej głęboko wchodzące w ziarno pyłku. Te ciała wewnętrzne ziarenek pyłkowych u roślin nagonasiennych należy uważać za zredukowane przedrośla, których redukcja u sosny postąpiła tak daleko, że w dojrzałym ziarnie pyłkowym pozostała tylko jedna komórka generatywna. Ziarno pyłkowe sosny posiada dwie błony, jedną zewnętrzną zwaną *exiną*, a wewnętrzną *intiną*. *Exina* w 2 miejscach położonych z boku pękła, aby utworzyć pęcherzyki, które początkowo zawierają ciecz, przy dojrzewaniu jednak wypełniają się powietrzem i tworzą utwory zwane skrzydełkami.

Sosna (*Pinus silvestris*) jest jednodomna, tak że na tej samej roślinie znajdujemy i męskie i żeńskie kwiaty. — Szyszki sosnowe, które można uważać bądź za jeden żeński kwiat, a także kwiatostan utworzony z licznych żeńskich kwiatów, zawierają zalążki, znajdujące się na łuskowatych utworach. Małe szyszki pojedynczo lub po kilka zajmują wierzchołek pędów tegoż samego wieku. Siedzą one w kątach takich samych listków łuskowatych, jak skrócone dwuszpilkowe pędy poniżej osa-



dzony; ich położenie w górze gałązki odpowiada jednak położeniu pędów wydłużonych, tworzących gałęzie. Małe szyszki są przeważnie już w końcu mają zdolne do zapłodnienia i pomimo nieznacznej wielkości, można je łatwo dostrzec dzięki ich brunatno czerwonemu zabarwieniu. Stoją one prostopadle na krótkich szypułkach. Szypułka ta jest pokryta brunatnymi łuskami. Do badania możemy również użyć materiał alkoholowy potraktowany gliceryną. Pojedyncze części osi szyszki oderwane przy pomocy skalpela przenosimy pod mikroskop do preparowania (str. 125) i oddzielamy je igłami, poczem możemy stwierdzić (rys. 107), że w kątach delikatnych łusk przykrywających (*b*) odwrotnie jajowatych i na brzegu nieco wystrzępionych siedzą łuski podobnie ukształtowane, lecz mięsisto nabrzmiałe o gładkich brzegach; są one opatrzone na wewnętrznej powierzchni wystającym żeberkiem (*c*). Łuski te nazywamy łuskami owocowymi (*fr*). Z prawej i z lewej strony u podstawy łuski owocującej znajdujemy po jednym zalążku z okienkiem (mikropyle) zwróconem ku dołowi i nazewnątrz (*s*). Zalążek posiada prostą osłonkę, której brzeg w pobliżu okienka na prawo i na lewo przedłuża się w dwa płaty (*m*). Łuska okrywająca i owocująca są zrosnięte u podstawy i dlatego razem odrywają się od osi szyszki.—Że szyszkę roślin jodłowatych i innych iglastych, tworzących szyszki, można uważać bądź za jeden kwiat, albo kwiatostan, zależy od tego, jakie znaczenie nadajemy łusce owocującej. Ta ostatnia jest mianowicie uważana albo za spłaszczony przekształcony pęd kwiatowy w części zrosnięty z przykwiatkiem, albo za łożyskowy wyrostek łuski okrywającej, uważanej za owocolistek. W pierwszym razie mielibyśmy do czynienia z jednym pędem, opatrzonym dwoma zalążkami, wyrastającym w kącie każdego przykwiatka, w drugim z jednym



Rys. 107. *Pinus silvestris*. Łuska owocowa *fr*—z obu zalążkami *s*—i z żeberkiem *c*; głębiej łuska okrywająca *b*. Na zalążkach brzeg osłonek wyrosnięty w dwa płaty *m*. Pow. 7 r.

łożyskiem, noszącym dwa zalążki, osadzonem na górnej powierzchni łuski owocującej. W pierwszym razie więc szyszka byłaby kwiatostanem złożonym z wielu owocujących pędów kątowych, w drugim razie byłaby jednym kwiatem złożonym z licznych owocolistków.—Swoista budowa łuski owocującej pozostaje w ścisłym związku z urządzeniami do zapylenia, co możemy zbadać tylko na świeżym materiale w okresie zapylenia. Skoro kwiaty męskie zaczynają wysypywać pyłek, możemy stwierdzić wydłużanie się szyszczyki, przez co łuski owocujące, razem z przylegającymi do nich łuskami przykrywającymi, oddalają się od siebie. Pyłek w ten sposób dostaje się na wystające łuski owocujące, zsuwa się po nich i kierowany wystającym żeberkiem łuski, wstępuje pomiędzy oba wyrostki okrywy zalążka. Wyrostki zwijają się potem i w ten sposób przeprowadzają ziarna pył-

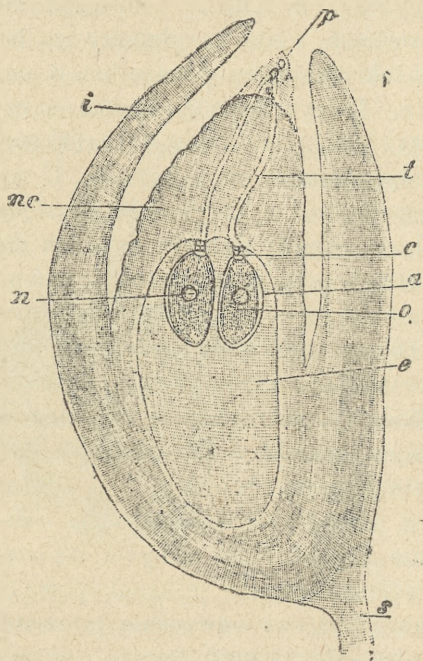


kowe do okienka i do brodawki jądra. Po dokonaniem zapylenia łuski owocujące, rosnące dalej, przylegają do siebie brzegami, które zostają połączone brodawkami wrastającymi w siebie. Łuski okrywające nie rozwijają się dalej, jak również żeberko łuski owocującej, które stało się już bezużyteczne. Czerwone zabarwienie szyszki przechodzi w odcień brunatny, wkońcu zielony, szyszka zwolna pochyła się i wkońcu przyjmuje położenie wiszące.

Przyjrzymy się dalszym zmianom, jakie zachodzą w zapłodnionym zalążku roślin iglastych. W okresie zapylenia w zalążku woreczek zalążkowy znajduje się w pierwszych zaczątkach i nie znajdziemy go łatwo; na przekroju podłużnym przez zalążek znajdziemy nucellus w postaci wyrostka otoczonego prostą osłonką. Dalszy rozwój zalążka u roślin iglastych odbywa się z różną szybkością, zależnie od krótkości lub długości okresu, dzielącego proces zapłodnienia od zapylenia. U sosny zapłodnienie odbywa się w roku następnym, w trzynastym miesiącu zgorą po zapyleniu; wskutek tego dalszy rozwój zalążka zaczyna się dopiero z wiosną następującą po zapyleniu, trzeba go więc studjować na jednorocznych szyszkach. U świerka (*Picea excelsa*) odstęp czasu pomiędzy zapyleniem i zapłodnieniem wynosi około sześciu tygodni i dalszy rozwój zalążka odbywa się wskutek tego zaraz po zapłodnieniu. Ponieważ świerk jest dogodniejszy dla badania, zatrzymamy się więc na nim. Odpowiednie stadja rozwojowe musimy znaleźć w materiale alkoholowym. Wybieramy odrazu stadjum, gdzie jaja już dojrzały i są zdolne do zapłodnienia. Stadjum to u świerka w naszej szerokości zostaje osiągnięte już w połowie czerwca, a następnie zapłodnienie odbywa się wtedy w przeciągu kilku dni. Przed zaczęciem badania mikroskopowego zorientujmy się co do wyglądu całej łuski. Jest ona odwrotnie jajowata, u dołu na stronie wewnętrznej posiada oba zalążki oraz zarysy „skrzydełek”, które okrywają ją i później wraz z dojrzałym nasieniem odrywają się od łuski owocującej. U dołu na zewnętrznej powierzchni łuski owocującej znajdujemy jeszcze łuskę przykrywającą, która wydaje się stosunkowo bardzo małą. — Zalążki dają się krajać z trudnością, o ile nie umieścimy ich przedtem na 24 godziny w mieszaninie jednakowych części alkoholu i gliceryny. Zalążki, które mamy krajać, oddzielamy od łuski owocującej. Wykonywamy z zalążków skrawki podłużne, trzymając je między palcem wskazującym i dużym, ponieważ jednak osłonka jest względnie twarda, wskutek tego musimy zmienić naszą metodę postępowania. Naprzód nożyczkami przecinamy zalążek w połowie jego wysokości, ujmujemy palcami górną połowę, t. j. połowę, zawierającą wierzchołek zalążka i z powierzchni przecięcia wyciągamy szczypczykami górną część ośrodka woreczka zalążkowego. Tak oswobodzony ośrodek woreczka zalążkowego daje się łatwo krajać i możemy otrzymać bardzo dobre skrawki podłużne. Badamy je w glicerynie, jednak najpierw skrawek podłużny z zalążka zdolnego do zapłodnienia rozpatrujemy przy słabym powięk-



szeniu. Cały zalążek jest przecięty prostopadłe do płaszczyzny osadzenia, przedstawia się przeto w podłużnym środkowym przecięciu (rys. 108). Widzimy na nim: osłonkę (*i*), która później przekształca się w łupinę nasienną i w połowie wysokości oddziela się od ośrodka woreczka zalążkowego; na wierzchołku ośrodka woreczka zalążkowego brodawkę zalążkową, dźwigającą ziarna pyłkowe (*p*), leżące częścią nazewnątrż, częścią zanurzone w tkance brodawki; możemy także zobaczyć łagiewki pyłkowe (*t*), wytwarzane przez ziarna pyłkowe i przeryzujące górną część ośrodka woreczka zalążkowego dla dostania się do wierzchołka woreczka zalążkowego; woreczek zalążkowy (*e*) eliptycznego kształtu wypełniony tkanką przedrośla, zwaną bielmem; rodnie, której część brzuszną (*a*) łatwiej możemy rozpoznać, niż część szyjową; wewnątrz rodni po jednym jajku (*o*), które na materiale alkoholowym wyróżnia się swem żółto brunatnym zabarwieniem i w środku zawiera duże jądro; wkońcu u dołu zalążka osadę skrzydełka (*s*). Część szyjkowa rodni jest utworzona z 2—4 pięter komórek. Pod częścią szyjkową możemy dostrzec małą komórkę oddzielną od jaja i odpowiadającą komórce kanału brzuszego u skrytokwiatowych. Część brzuszna rodni jest otoczona warstwą płaskich komórek „okrywających”, obfitujących w treść.



Rys. 108. *Picea excelsa*. Środkowy przekrój podłużny przez zalążek dojrzały do zapłodnienia. *e*—woreczek zalążkowy wypełniony bielmem, *a*—rodnia, i to jej część brzuszna, *c*—część szyjkowa, *n*—jądro jaja, *nc*—ośrodek woreczka zalążkowego, *p*—ziarna pyłku na brodawce i w niej, *t*—łagiewki pyłkowe, przenikające w ośrodek woreczka zalążkowego i osłonki, *s*—skrzydełka nasienia. Pow. 9 razy.

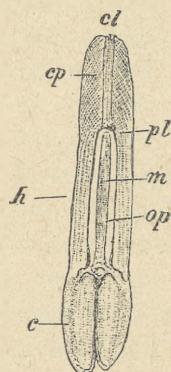
Jeżeli dotykają one części szyjowej rodni, możemy stwierdzić, że tworzy ona różyczkę z 6 do 8 komórek. Jeżeli materiał włożono do alkoholu w okresie zapłodnienia, to możemy poszczególne, względnie pojedyncze łagiewki pyłkowe wysledzić aż do jaja i w dolnej ich części rozpoznać dwa niejednakowo duże jądra otoczone plazmą komórki generatywnej jądra, które powstały przez podział z pierwotnego jądra komórki generatywnej. Z obu generatywnych jąder w łagiewce pyłkowej tylko większe

do wierzchołka woreczka zalążkowego; woreczek zalążkowy (*e*) eliptycznego kształtu wypełniony tkanką przedrośla, zwaną bielmem; rodnie, której część brzuszną (*a*) łatwiej możemy rozpoznać, niż część szyjową; wewnątrz rodni po jednym jajku (*o*), które na materiale alkoholowym wyróżnia się swem żółto brunatnym zabarwieniem i w środku zawiera duże jądro; wkońcu u dołu zalążka osadę skrzydełka (*s*). Część szyjkowa rodni jest utworzona z 2—4 pięter komórek. Pod częścią szyjkową możemy dostrzec małą komórkę oddzielną od jaja i odpowiadającą komórce kanału brzuszego u skrytokwiatowych. Część brzuszna rodni jest otoczona warstwą płaskich komórek „okrywających”, obfitujących w treść. Aby się zapoznać z ilością i położeniem rodni, wykonywamy przez górną część zalążka szereg następujących po sobie przekroi poprzecznych. W ten sposób przekonujemy się, że wierzchołek woreczka zalążkowego zajmuje trzy do pięciu rodni, ułożonych w okrąg. Na takich skrawkach,



bierze udział w zapłodnieniu. W szczególnie dogodnych wypadkach możemy dostrzec to jądro mniejsze i bardziej gęste, niż jądro jajowe w górnej części jaja, albo w łączeniu się z jądrem jajowem. U podstawy już zapłodnionych jaj może zwrócić naszą uwagę różyczka z czterech komórek wysyłająca woreczkowato wydłużone komórki do wnętrza tkanki przedrośla. Z końcowych komórek tych worków powstają potem zarodki.

Nasienie świerka dojrzewa w październiku. Wtedy wraz ze skrzydełkiem łatwo oddziela się od łuski owocującej. Komórki okrywy nasiennej, jak to możemy stwierdzić na przekrojach podłużnych i poprzecznych, zgrubiały aż do zniknięcia ich światła. Część tkanki przedrośla pozostała jako bielmo w nasieniu, gęsto wypełnione ciałami zapasowemi. Tworzy ona worek, otaczający zarodek. Ten worek otwarty jest w miejscu, gdzie leży okienko, tutaj koniec korzenia zalążka przytyka do resztek wypchniętego ośrodka woreczka zalążkowego. Zarodek można z łatwością wyjąć z nasienia wzdłuż przeciętego. Przedstawia się on w postaci wałeczka grubszego na liścieniowym końcu. Wskutek wypełnienia ciałami zapasowemi jest biały i nieprzezroczysty, jak bielmo. Wykonujemy następnie podłużny środkowy skrawek przez zarodek i umieszczamy go w kwasie karbолоwym rozcieńczonym alkoholem. Obraz staje się bardzo jasny, tak że można zobaczyć każdy szereg komórek. Widzimy (rys. 109), że liścienie (*c*) zajmują nie całą  $\frac{1}{3}$  długości zarodka. U podstawy między liścieniami możemy zobaczyć wierzchołek wzrostu łodyżki. Łodyżka (cauliculus), którą nazywamy hypokotylem, na dole przechodzi bez wyraźnej granicy w korzonek (radicula). Ten ostatni przedstawia się głównie jako wierzchołek wzrostu, który wyraźnie widać wewnątrz ciała zarodka, jako wierzchołek pleromu korzenia (*pl*), gdy tymczasem rzędy komórkowe kory hypokotyli przechodzą bezpośrednio w paraboliczne warstwy czapeczki (*cp*). W ten sposób zachowują się wszystkie korzenie nagonasiennych, we wszystkich bowiem rzędy komórkowe kory ciała korzenia bezpośrednio przechodzą w warstwy komórkowe czapeczki. Czapeczka przetrnięta jest w kierunku osi podłużnej słupem komórek tabliczkowatych (*cl*) ułożonych w proste szeregi. W części podliścieniowej następuje już zróżnicowanie tkanki rdzenia (*m*), a wokoło niej wydłużone komórki pierścienia procambium (*op*), w którym powstają później wiązki naczyniowe. Komórki te można jeszcze wysledzić na pewnej przestrzeni w liścieniach przeciętych przez środek.—Tak więc, w zarodku spotykamy już zaczątki istotnych części składowych przyszłej rośliny.



Rys. 109. *Picea excelsa*. Przekrój podłużny przez wykształcony zarodek, *c* — liścienie, *h* — część podliścieniowa, *pl* — wierzchołek pleromu, *cp* — czapeczka, *cl* — jej część środkowa, *m* — rdzeń, *op* — pierścień procambium w części łodygi podliścieniowej. Pow. 10 r.



## ROZDZIAŁ XXVIII.

Narząd męski u roślin okrytonasiennych.

### Materiał do badań:

Latem, względnie zimą: *Hemerocallis fulva* kwiaty i pąki kwiatowe, te ostatnie we wszystkich okresach rozwoju. Zamiast *Hemerocallis* można użyć gatunki *Lilium*, *Funkia ovata*, *Agapanthus umbellatus*, gatunki *Iris*, *Tulipa* albo *Hyacinthus*.—Kwiaty *Tradescantia virginica*, albo z innego gatunku *Tradescantia*; albo kwiaty gatunków *Leucjum*, albo innych liljowatych.—*Oenothera biennis*, świeże kwiaty; albo *Epilobium* albo *Fuchsia*.—Kwiaty z *Althaea rosea*, albo innej *Malvacee*. — Męskie kwiaty z *Cucurbita*. — Kwiaty z *Calluna vulgaris*, albo z gatunku *Erica*, *Azalea* lub *Rhododendron*, względnie także *Açaccia*.—Świeże kwiaty z gatunku *Lathyrus*. — Z roślin tych w zimie można użyć zamiast świeżego materiału także preparaty alkoholowe, względnie zasuszone. Tylko w wypadkach tam, gdzie zostało to wyraźnie zaznaczone, należy użyć do badania świeży materiał.

### Odczynniki. Barwniki:

Roztwór cukru.—Stężony kwas siarczany.—Błękit metylenowy.—Safranina. — Chlorek cynku z jodem. — 25% kwas chromowy. — Kwas octowy z zielenią metylową. — Jod w jodku potasu.—Kwas karbolowy. — Chloralhydrat — Olejek goździkowy.—Olejek cytrynowy.—Żelatyna z cukrem.

W kwiecie roślin okrytonasiennych wszystkie pręciki tworzą narząd męski, czyli pręcikowie (androeceum). Każdy pojedynczy pręcik (stamen) składa się z podpory, zwykle nitkowatej, czyli nitki (filamentum) i pylnika (anthera). PylNIK składa się z 2 połówek podłużnych oddzielonych górną częścią nitki, t. j. t. zw. łącznikiem (connectivum). Łącznik trzeba jednak zaliczyć do pylnika. W tkance każdej połowy pylnika są zwykle pogrążone dwa woreczki pylnikowe, które razem tworzą wystający wał (theca). Każdy woreczek pylnikowy odpowiada małej zarodni. Do zorientowania się bierzemy pręcik jakiegokolwiek wielkokwiatowej rośliny liljowatej, np. *Hemerocallis fulva*, powszechnie hodowanej w ogrodach. Żółto zabarwiona nitka jest tutaj bardzo długa, ku górze nitka staje się cieńsza i silnie zaostrza się w punkcie osady pylnika. Ten ostatni jest brunatny, ruchomy (versatil). Łącznik można wysledzić na zewnętrznej powierzchni pylnika, jako cienki pasek pomiędzy obiema jego połówkami.—Dojrzały pyłek, oglądany na sucho na szkiełku przedmiotowym przypomina kształtem ziarna kawy, jest on żółty, na górnej powierzchni ozdobiony siatkowatymi listewkami. Jeżeli podczas badania puścimy wodę na brzeg szkiełka przykrywkowego, spostrzeżemy, że każde ziarno natychmiast po zwilżeniu wyrównywa swą fałdę, ze strony



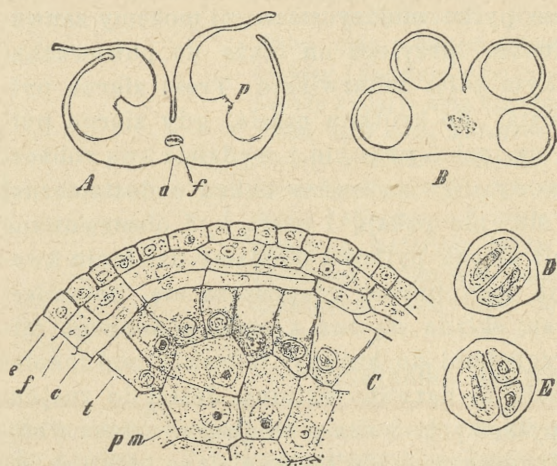
zwilżonej mocno się wypukła i przybiera kształt elipsoidalny, z jednej strony spłaszczony. Wypukłona część błony nie posiada listw, wygląda biało i jest napęczniała. Brunatna błona siatkowato ozdobiona oddziela się od niej wyraźnymi brzegami. Brunatna błona jest błoną zewnętrzną pyłku albo exiną, a napęczniała biała błona stanowi błonę wewnętrzną ziarna pyłku, czyli intinę. Podczas pęcznienia ziarna pyłkowego exina w miejscu pofałdowania uległa pęknięciu i wystąpiła silnie zgrubiała intina. Na przeciwnej stronie intina wykształcona jest w postaci delikatnej błonki. Ochronę ziarna pyłku zabezpiecza exina, okrywająca pofałdowane ziarno pyłku.—Na preparacie pyłku między ziarnami możemy zauważyć pomarańczowo-czerwony tłuszcz, przylega on także do powierzchni ziarn, nadając im w stanie suchym żółte zabarwienie. Treść ziarna pyłkowego jest szara, drobnoziarnista. Po krótkim czasie, gdy ziarno pyłkowe ciągle i powoli zwiększa się, pęka wreszcie i wydziela swą robaczkowatą treść do otaczającej wody. W roztworze cukru o dostatecznej koncentracji jądra zaokrąglają się, nie pękają i mogą być obserwowane w stanie nieuszkodzonym. Jeżeli ziarna pyłkowe poddamy działaniu kwasu siarczanego, wówczas intina natychmiast rozpuszcza się, natomiast exina opiera się działaniu kwasu; składa się ona z ciała podobnego mikrochemicznie pod pewnymi względami do kutyny, jednakże pod innymi względami różni się od niej; ciało to nazwano exiną. Jeżeli do znajdujących się w wodzie ziarenek pyłkowych dodamy wodnego roztworu błękitu metyloвого, wówczas exina przyjmuje matowo-zielono-błękitne zabarwienie, a napęczniała intina świecąco-niebieskie z odcieniem fioletowym. Jeżeli zamiast błękitu metylowego użyjemy roztworu safraniny, wówczas exina barwi się na wiśniowo-czerwono, intina pomarańczowo-czerwono. Błyszczące zabarwienie błękitem metylenowym, jak również pomarańczowo-czerwone zabarwienie safraniną mają być charakterystycznymi dla połączeń pektynowych<sup>1)</sup>. Te ostatnie tworzyłyby więc główną masę intyny<sup>2)</sup>. W tym wypadku intina jest tak bogata w tego rodzaju ciała, że barwi się chlorkiem cynku z jodem tylko jasno-żółto, a tylko najbardziej wewnętrzna jednorodna warstwa zdradza niewyraźne zabarwienie błonnikowe. Intyna ziarenek pyłku ma zawsze zawierać pektynę, jednakże łatwo udaje się z nią reakcja na błonnik. Chlorkiem cynku z jodem exina barwi się na żółto-brunatno i pod tym względem jest podobna do błon kutynizowanych.—Materiał alkoholowy pyłku *Hemerocallis fulva* daje jeszcze lepszą reakcję, niż świeży. W takich preparatach niema tłuszczu, ponieważ został usunięty przez alkohol. W zewnętrznych częściach exiny po dodaniu następnie wody, szczególnie wyraźnie występują pasy prostopadłe do powierzchni. Pod działaniem kwasu siarczanego budowa zewnętrznych części exiny rysuje się jeszcze wyraźniej.

<sup>1)</sup> L. Mangin: Journal de Botanique. 1892. S. 240.

<sup>2)</sup> „ Bull. de la soc. bot. de France. 1889. S. 279.



Przy silniejszym powiększeniu dostrzeżemy delikatną siatkowatą budowę. Żółte masy tłuszczu barwią się kwasem siarczanym na niebiesko i jako nieregularne ciała trzymają się w oczkach exiny. Exina przybrała żółte zabarwienie; po kilku godzinach staje się czerwono-brunatna, zaś wychodząca treść ziarna pyłkowego barwi się na kolor różowo-czerwony; zachowanie to jest charakterystyczne dla ciał plazmatycznych w obecności cukru pod działaniem kwasu siarczanego. — W 25% kwasie chromowym wewnętrzne części exiny i treść ziaren pyłku ulega szybkiemu rozpuszczeniu, zewnętrzne części opierają się dłużej.



Rys. 110. *Hemerocallis fulva*. *A*—przekrój poprzeczny przez pylnik prawie dojrzały z otwartymi woreczkami pylnikowemi, *p* — przegroda między woreczkami pylnikowemi, *f*—wiązka przewodząca w łączniku, *a*—brózda na łączniku. Pow. 14 r. *B*—przekroje poprzeczne przez młody woreczek pyłkowy. Pow. 20 r. *C*—część poprzedniego przekroju poprzecznego na zewnętrznej stronie woreczka pylnikowego, *e*—skórka, *f*—późniejsza warstwa włóknista, *c*—warstwa, która ulegnie wyrugowaniu, *t*—warstwa tapetowa, która ulegnie rozpuszczeniu, *p m*—komórka macierzysta pyłku. Pow. 240 r. *D i E*—podzielone macierzyste komórki pyłku. Pow. 240 r.

szem powiększeniu, ujrzymy od wewnątrz płaskokomórkową skórkę wypełnioną fioletowym sokiem komórkowym. Komórki skórki są nazewnątrz wypukłone. Na ścianach rozdzielających woreczków pylnikowych wysokość komórek naskórka szybko się zmniejsza. W tem właśnie miejscu następuje odrywanie się od przegrody oddzielającej. Na całej powierzchni pylnika są rozrzucone szparki oddechowe. Pod każdą leży mała komora oddechowa. Pod skórką w ścianie woreczka pylnikowego znajduje się pojedyncza warstwa komórek stosunkowo wysokich, opatrzonych pierścieniami zgrubieniami, zwaną warstwą włóknistą. W tych komórkach

Następnie wykonywamy skrawek poprzeczny z pąka kwiatowego, który osiągnął  $\frac{2}{3}$  swej ostatecznej wielkości. Przy pomocy igiełek z preparatu usuwamy poprzeczne przekroje z listków okwiatu. Chociaż do badania wybraliśmy tak młody pąk kwiatowy, to jednak wszystkie ziarenka pyłkowe są otwarte. Otwieranie się tych ziarenek następuje bardzo łatwo i podczas krajania zostaje spowodowane ciśnieniem noża. Rys. 110 *A* ma służyć do orientacji. Ściany zewnętrzne woreczków pylnikowych odrywają się od przegrody, oddzielającej oba woreczki każdej połówki pylnika. Zmniejsza się przytem ich krzywizna. Obie połówki pylnika są połączone wąskim łącznikiem, w którym przebiega wiązka naczyńiowa (*f*). Oglądając skrawek przy silniej-

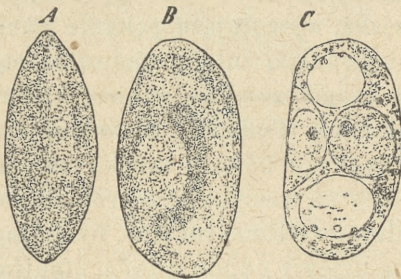


pierścienie są ustawione prostopadle do powierzchni, miejscami przechodzą w skręty wężownicowate, nadto bardzo często łączą się z sobą siatkowato. Ku grzbietowej powierzchni pylnika podwaja się warstwa komórek włóknistych. Reszta pylnika również jest zbudowana z komórek włóknistych. Tylko komórki otaczające wiązkę naczyniową łącznika, jako też tworzące przegrodę pomiędzy woreczkami pylnikowymi nie mają zgrubień.— Aby wykonać skrawek powierzchniowy z pylników, znowu wybieramy pąk kwiatowy wyrosnięty do  $\frac{2}{3}$  normalnej wielkości pąka kwiatowego. Na skrawkach powierzchniowych zobaczymy, że komórki skórki zewnętrznej powierzchni woreczka pylnikowego są podłużne, komórki zaś warstwy włóknistej są wyciągnięte poprzecznie. Inaczej jest w łączniku, gdzie włókniste komórki są izodiametryczne. Listewki zgrubienia na zewnętrznej stronie włóknistych komórek woreczków pylnikowych są słabiej, a nawet zupełnie niewykształcone. Bardzo często płaszczyzny zewnętrzne w komórkach włóknistych woreczków pyłkowych nie grubieją, tak że ich listwy zgrubienia mają postać litery U. Tego rodzaju sposób zgrubienia prowadzi do tego, że na ścianach woreczków pylnikowych dojrzałych pylników w razie utraty wody następują podobne zjawiska, jakie się zdarzają w komórkach pierścieniowych zarodni paproci zjawiska, wywołujące pękanie ziarna pyłku (str. 193). W przeciwieństwie do opisywanego tutaj zachowania się stwierdzamy, że woreczki pylnikowe sosny zacpatrzone są w charakterystyczne listewki zgrubienia na warstwie włóknistej. Podobnie zachowują się również ściany zarodni u Lycopodiacee. W tych wypadkach skórka ma mechaniczne zadanie otwierania zbiornika.— Aby na naszych przekrojach poprzecznych obejrzeć zamknięte woreczki pylnikowe Hemerocallis, bierzemy coraz młodsze pąki kwiatowe, dopóki nie znajdziemy odpowiednich stadjów (rys. 110 B). Na skrawkach poprzecznych przez pąki kwiatowe, wysokości 6—7 mm., na ścianach woreczków pylnikowych oprócz skórki (*Ce*) możemy dostrzec dwie do trzech warstw płaskich komórek (*f*, *c*) i jedną warstwę komórek promienisto wydłużonych (*e*). Te ostatnie otaczają cały woreczek pylnikowy. Woreczek pylnikowy sam jest wypełniony wielokątnymi połączonymi jeszcze komórkami macierzystymi pyłku. — Jeżeli przekroimy pąk kwiatowy wysokości jednego centymetra, wówczas znajdziemy komórki macierzyste pyłku już odosobnione i w okresie podziału. Komórki macierzyste pyłku można rozpoznać po białej grubej i silnie załamującej światło ścianie; treść ich jest podzielona na dwie (*D*), albo już na cztery komórki ułożone w jednej lub w dwu (*E*) krzyżujących się płaszczyznach. A więc ziarenka pyłkowe podobnie jak zarodniki mszaków i paprotników zostają wytwarzane poczwórnym podziałem wewnątrz ich komórki macierzystej. Woreczek pylnikowy jest wysłany „komórkami tapetowemi”, wypełnionymi żółto-brunatną treścią. Komórki te powstają z najbardziej wewnętrznej warstwy (*t*), wyściełającej woreczek. W nieco starszych pąkach kwiatowych ściany komórek macierzystych pyłku rozpuściły się i młode ziarna pyłkowe leżą swobodnie; komórki



tapetowe po większej części utraciły swą samodzielność, a treść ich przeszła między młode ziarna pyłku. Warstwa płaskich komórek (*f*), leżąca pod skórką, znacznie wyrosła i tworzy warstwę włóknistą, gdy tymczasem warstwa, znajdująca się tuż nazewnątrz niej, została rozgnieciona i zdeorganizowana. Wkońcu, jak wykazują jeszcze starsze pączki, niezuzyta część komórek tapetowych, zwłaszcza na ścianach woreczka przybiera mocno żółto-brunatne zabarwienie, tłusto błyszczący wygląd i w ten sposób tworzy substancję oleistą, która znajduje się między ziarnami pyłku i do nich przylega.

Podobnie jak *Hemerocallis*, zachowują się gatunki *Lilium*. Procesy zróżnicowania w pylnikach odbywają się tutaj znacznie później. Dopiero w pąkach kwiatowych 2 cm. wysokich u *Lilium candidum*, *Lilium croceum* i innych, macierzyste komórki pyłku zaczynają się dzielić. Na przekrojach poprzecznych przez świeże pąki kwiatowe wyróżniają się duże komórki tapetowe żółto-brunatnem zabarwieniem swej treści. Komórki, znajdujące się pod skórką, jak wszystkie inne, które później zostają zapatrzone w listewki zgrubienia, są gęsto wypełnione ziarnami mączki.



Rys. 111. *Tradescantia virginica*. *A*—ziarno pyłku suche, *B*—w wodzie, *C*—młode ziarno pyłku w wodzie, widać komórkę generatywną. Pow. 540 razy.

*Funkia ovata* jest również bardzo dogodnym przedmiotem do badania i zachowuje się podobnie, jak *Hemerocallis* i *Lilium*; to samo można powiedzieć o *Agapanthus umbellatus* i gatunkach *Iris*. *Tulipa* i *Hyacinthus orientalis* również dają się dobrze użyć. U *Tulipa* nitka pod pylnikiem zaostrza się do tego stopnia, że ten ostatni może się obracać; u *Hyacinthus* pylniki prawie bez nitek siedzą na okwiecie.

Znacznie gorzej daje się krajać *Tradescantia virginica*; badamy więc tylko jej ziarna pyłkowe. Pręciki z pąka, który tylko co ma się rozwinać, posiadają piękne żółte pylniki na fioletowych nitkach, pokrytych fioletowymi włoskami (str. 34). Suche ziarna pyłkowe są z jednej strony sfałdowane (rys. 111 *A*). W wodzie fałda wyrównywa się i ziarenka stają się prawie elipsoidalne, jednakże na stronie odpowiadającej fałdzie silniej wypukłone. Exina jest pokryta delikatną krętą siatką; również na stronie pofałdowanej widzimy też samą budowę, jednakże tutaj exina jest słabiej rozwinięta. W drobnoziarnistej treści obok dwóch jasnych wodniczek można wyróżnić jeszcze dwa utwory (*C*). Są to oba jądra komórkowe, z których jedno wegetatywne posiada kształt eliptyczny, jądro drugie generatywne jest wydłużone i zakrzywione; wypełnia ono prawie w całości komórkę generatywną. Po pewnym czasie ziarna pyłkowe pękają, przyczem jądra zostają wyciśnięte razem z treścią. Oba jądra możemy dobrze obejrzeć, przy-



gniatając ziarna pyłku w kropli kwasu octowego z zielenią metylową. Jądro generatywne przytem barwi się znacznie silniej, a przy wyjściu z komórki często znacznie się wydłuża. Jeżeli ziarna pyłku przeniesiemy do wymienionego odczynnika nie przygniatając ich, wówczas zobaczymy jądra w ziarnie w ich naturalnem położeniu, przyczem jądro robaczkowate barwi się silnie, eliptyczne cokolwiek słabiej. Pozostałe części ziarna pyłkowego nie barwią się.—Jeżeli do ziaren pyłkowych, znajdujących się w wodzie, dodamy kroplę roztworu jodu w jodku potasu, wówczas po zgnieceniu ziarn w wydostającej się żółto-brunatno zabarwionej treści zobaczymy liczne małe niebiesko zabarwione ziarna mączki.—Jeżeli do badania weźmiemy jeszcze młodsze kwiaty i wyrwiemy z pąka kwiatowego 6 mm. długości pylnik i rozgnieciemy go w wodzie, wówczas częściowo napotkamy ziarna pyłkowe z jednym jądrem (rys. 111 B), częściowo takie, gdzie jak u *C* dwa jądra leżą tuż obok siebie. Te dwa jądra jednakże oddzielone są bardzo delikatną przegrodą, wypukłą, jak szkiełko zegarkowe. W ten sposób mała płaska komórka, w narysie prawie okrągła, zawierająca jądro z niedużą ilością cytoplazmy, zostaje oddzielona od dużej komórki pyłkowej. Znajduje się ona zawsze na spłaszczonej stronie ziarna pyłkowego, przeciwległej do późniejszej fałdy. W cokolwiek starszych pąkach kwiatowych możemy stwierdzić, że komórka ta oddzieliła się od ściany ziarna pyłkowego i leży swobodnie w treści ziarna. Wydłużyła się znacznie, odpowiednio zwężyła i na obu końcach zaostrzyła. Jest to ta właśnie komórka, która później wykonywa zapłodnienie i to wówczas dopiero, kiedy w łagiewce pyłkowej podzieliła się na dwie. Różnica w zabarwieniu między jądrem generatywnem i wegetatywnem w innych wypadkach występuje jeszcze wyraźniej, niż u *Tradescantia*.—Podobnie jak *Tradescantia*, zachowują się również gatunki *Leucocjum* i wiele innych liljowatych.

Jeżeli dojrzały pąk dwuletniej świecy nocnej (*Oenothera biennis*) otworzymy, wówczas stwierdzimy, że pylniki już popękaly i pyłek został wysypany. Ten ostatni trzyma się między pylnikami na nitkach wiscyny. Jeżeli nitki takie przeniesiemy na szkiełko przedmiotowe i rozpatrzmy pod mikroskopem, to zobaczymy, że wyglądają one jako nadzwyczaj delikatne pasemka w części wyciągnięte, w części falisto poplątane. Ziarna pyłkowe w suchym stanie są nieprzezroczyste, ich trójkątny kształt odrazu zwraca uwagę. W wodzie przy silniejszym powiększeniu przedstawiają się jako ciała spłaszczone, równoboczno trójkątne z kątami brodawkowato wystającymi. Na podstawie każdej brodawki widzimy pierścieniowe zgrubienie błony pyłkowej. Treść ziarn pyłkowych wydaje się być drobnoziarnista; w treści dojrzałego ziarna tylko z największą trudnością możemy stwierdzić oba jądra. W kwasie siarczanym exina ziarna pyłkowego przyjmuje czerwono-brunatne zabarwienie; przytem zewnętrzna warstwa cienka i żółto zabarwiona odkleja się do wewnętrznej grubej warstwy czerwono brunatnej i tworzy fałdy. Obie warstwy łączą się



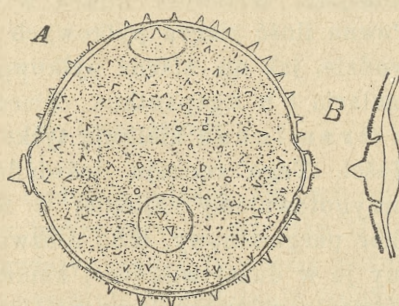
w ścianach brodawek. Z bocznych ścian brodawek zostają nazewnątrz drobne zęby. Wierzchołek brodawki rozpuszcza się w kwasie siarczanym. Cienkie nitki łączące ze sobą ziarna pyłkowe, opierają się działaniu wody, kwasu siarczanego i ługu potasowego i nie rozpuszczają się także w alkoholu. Jeżeli ziarna potraktujemy 25% kwasem chromowym, wówczas błona ich rozpuszcza się i to części zewnętrzne cokolwiek prędzej, niż wewnętrzne. Następnie i te ulegają rozpuszczeniu i wreszcie również nitki wisecyny między ziarnami. Ze znamienia starszego kwiatu można zdjąć ziarna pyłkowe, które już wypuściły łagiewki. I tutaj jest to wewnętrzna bezbarwna intyna, otaczająca treść ziarna pyłkowego, która przez brodawkę wyrasta w łagiewkę pyłkową. Tworzenie się łagiewki zazwyczaj następuje tylko z jednej brodawki, albo też wyrasta tylko jedna z utworzonych łagiewek. — Zamiast *Oenothera* do badania możemy wziąć *Epilobium*, albo *Fuchsia*. Ta ostatnia np. może być szczególnie przydatna zimą, ponieważ niektóre jej gatunki w cieplarniach dadzą się utrzymać w stanie kwitnącym.

Obejrzymy jeszcze niektóre inne szczególnie charakterystycznie zbudowane ziarna pyłkowe. Rodzina *Malvaceae* wyróżnia się wybitnie dużymi ziarnami pyłku. Do badania wybieramy pyłek *Althaea rosea*. W wodzie te ziarna pyłku przedstawiają się kulisto, są nieprzezroczyste, pokryte bezbarwnymi kolcami. Stają się one pięknie przezroczyste w kwasie karbolowym i w chloralhydracie, znacznie mniej przezroczyste w olejku goździkowym, a jeszcze mniej w olejku cytrynowym. Są to wszystkie środki, które w tych wypadkach używamy do wyjaśniania preparatów. Najlepiej działa kwas karbolowy, tak że przy nim pozostaniemy. Obraz ziarna pyłkowego z powierzchni poucza nas, że bezbarwna exina jest pokryta dużymi ostremi kolcami, umieszczonymi w przybliżeniu w jednakowych odstępach. Między temi kolcami znajdują się inne, bardziej tępe, krótsze, o zmiennej grubości. W exinie znajdują się otworki prawidłowo rozmieszczone, okrągłe, o odcieniu różowawem. Dno jej jest delikatnie kropkowane. Zawartość ziarna pyłkowego wygląda jednostajnie drobnoziarnista; jądro komórkowe tylko z trudnością możemy wykryć. Na optycznym przekroju ziarna wyraźnie widać kształt wielkich i małych kolców, oraz otworki w exinie. Dookoła treści można też dostrzec delikatną intinę; pod kanałami exiny jest ona soczewkowato nabrzmiała. W stężonym kwasie siarczanym exina prędko barwi się na czerwono-brunatno i wówczas budowa jej występuje bardzo wyraźnie. Podobnie, jak ziarna pyłku u *Althaea rosea*, tak samo zachowują się ziarna większości innych *Malvaceae*. Np. u bardzo często hodowanej *Malva crispa*, albo *Malva silvestris*, z których zresztą w każdej chwili można dostać w aptece zasuszone kwiaty, ziarna pyłku są tak samo zbudowane, jak u *Althaea*, z tą różnicą, że kolce na okrywie ziarna są wszystkie jednakowe. Pomędzy kolcami są otwory, a nadto błona jest delikatnie kropkowana.



Wielkie ziarna pyłkowe gatunków dyni (*Cucurbita*) (rys. 112) od dawien dawna cieszą się szczególnymi względami w badaniach mikroskopowych z powodu nakrywek, zamykających otwory w exinie. W wodzie na powierzchni exiny występują żółte krople tłuszczu; wkrótce ziarna wydzielają swą zawartość i wtedy budowa błony staje się wyraźna. Exina jest pokryta wielkimi kolcami regularnie rozmieszczonymi, pomiędzy którymi znajdują się bardzo liczne małe kolce. Otwory są okrągłe; nakrywki z jednej strony, lub w całości są uniesione w górę przez brodawkowato wypukłą intinę, posiadają budowę przylegającej exiny, są opatrzone jednym, lub kilkoma kolcami. Bardzo pięknie wyglądają kolce i nakrywki exiny, jeżeli będziemy badali świeże ziarna pyłku dyni w kwasie octowym z zielenią metylenową. Przyjmują one wtedy zabarwienie ciemno-zielone. Również dobre obrazy otrzymujemy w olejku cytrynowym, mniej dobre w olejku goździkowym. Z drugiej strony obrazom w chloralhydracie należy dać pierwszeństwo przed obrazami w kwasie karbolowym. Słowem: dla każdego przedmiotu przy pomocy doświadczeń musimy znaleźć najlepszy środek wyświetlający. Na preparatach z olejku cytrynowego i chloralhydratu, na przekrojach optycznych można wykryć położenie nakrywek w exinie, w której są osadzone nieco rozszerzoną podstawą ku wewnątrz. Pod nakrywką widzimy nabrzmienie intiny. W kwasie siarczanym krople tłuszczu na exinie stają się niebieskie. Exina brunatnieje powoli. Nakrywki zostają oderwane przez wypływającą zawartość. W 25% kwasie chromowym cała okrywa pyłku ulega wkrótce rozpuszczeniu. Exina opiera się cokolwiek dłużej i wówczas, kiedy intina znika, można dostrzec silnie nabrzmiałą jednorodną błonę. Ziarno pyłkowe pozbyło się przedtem swej treści, przez co badanie intiny znacznie zostało ułatwione. Przeciwnie, w kwasie siarczanym intina ulega natychmiastowemu rozpuszczeniu, a exina pozostaje; wypływająca zawartość ziarna pyłkowego podobnie, jak w innych wypadkach, stopniowo barwi się na różowo.

Z ziarn pyłkowych złożonych, które spotykamy u jednoliściennych i u dwuliściennych, obejrzymy naprzód ziarna wrzосу *Calluna vulgaris*. Ziarna są połączone po cztery i zwykle ugrupowane tetradrycznie. Błona pyłkowa posiada tylko nieznaczne wzniesienia i zwykle trzy otwory w każdym ziarnie. — Podobnie, jak *Calluna*, zachowują się gatunki *Erica*, *Azalea* i *Rhododendron*, które częściowo można



Rys. 112. *A* — *Cucurbita Pepo*. Całe ziarno pyłkowe widzialne z powierzchni, a także częściowo w optycznym przekroju poprzecznym na preparacie w olejku cytrynowym. Pow. 240 razy. *B* — *Cucurbita Verrucosa*. Część przekroju poprzecznego przez błonę ziarna pyłkowego. Pow. 540 razy.



znaleźć w cieplarniach podczas zimy.—U gatunków *Acaccia* i wogóle u *Mimosaceae*, ziarna pyłkowe tworzą grupki z 4, 8, 12, 16, a nawet i więcej komórek, mogą jednak występować również jako komórki pojedyncze.

W 3—30% roztworze cukru, do którego dodano 1,5% żelatyny, większa część ziarn pyłkowych wypuszcza łagiewki, w których możemy pięknie obserwować ruchy protoplazmy. Niezawodnie i bardzo prędko następuje wytwarzanie łagiewek w 3% roztworze cukru z dodatkiem 1,5% żelatyny u gatunków cebuli (*Allium*), w 5% roztworze cukru z dodatkiem 1,5% żelatyny u piwonji (*Paeonia*), również i u *Tradescantia*, jeżeli ziarna pyłkowe weźmiemy ze świeżo otwartych kwiatów. Najdogodniejszym pod tym względem przedmiotem są ziarna pyłkowe groszku (*Lathyrus*), które hodujemy w 15% roztworze cukru z 1,5% żelatyny. Roztwory cukru z żelatyną należy przygotować na świeżo. Pewna ilość ziaren pyłkowych wytwarza łagiewki bez pękania w czystej wodzie, jak np. ziarna pyłkowe u *Lobelia*, *Nicotiana*, *Lysimachia Nummularia* i u *Agapanthus*. Ziarna pyłkowe licznych grup roślinnych, np. u *Gramineae* kiełkują tylko wtedy, kiedy mają wodę w ograniczonej ilości. Tego rodzaju doświadczenia z kiełkowaniem ziarn pyłkowych przygotowujemy najlepiej w ten sposób, że wysiewamy pyłek na papier pergaminowy, albo niezwilżone szkiełka przedmiotowe i umieszczamy je w dużej wilgotnej kamerze. W większości innych wypadków wysiewanie skuteczniamy najlepiej w wiszącej kropli małej wilgotnej komory (str. 166). W łagiewce pyłkowej występuje jądro wegetatywne, jak również oddzielona od ściany ziarna pyłku komórka generatywna. Ta ostatnia dzieli się po pewnym czasie, przyczem zanika odgraniczenie jej protoplazmy tak, że później znajdujemy w protoplazmie łagiewki pyłkowej dwa swobodnie leżące jądra generatywne. Przy pomocy tych samych środków, które stosowaliśmy do wykrycia jąder w komórce pyłkowej (str. 211), możemy również w przedniej części łagiewki pyłkowej stwierdzić istnienie jądra wegetatywnego i obu jąder generatywnych. Jądro wegetatywne staje się wówczas ubogie w treść i wykazuje objawy degeneracji.



## ROZDZIAŁ XXIX.

Narząd żeński u okrytonasiennych.

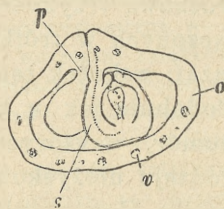
### Materiał do badań:

Latem, wzgl. zimą: przekwitające *Delphinium Ajacis*.—Kwiaty tulipana, albo hiacynta, albo lilji, albo *Hemerocallis*, albo *Yucca*.—Przekwitające *Aconitum Napellus*.—Przekwitające *Monotropa Hypopitys*, o ile można, świeże, albo gatunki *Orchis* z nabrzmiętymi zalążnikami w tydzień, albo dwa po zapyleniu, o ile można, świeże — *Gloxinia hybrida* świeże kwiaty.—Z tych roślin można również zimą, obok materiału świeżego, użyć materiału alkoholowy. Tylko w tych wypadkach, gdzie to wyraźnie zaznaczono, należy do badania brać wyłącznie świeży materiał.

### Odczynniki:

Ług potasowy. — Roztwór cukru. — 2% kwas octowy.

Zorientujemy się najpierw ogólnie w budowie zalążni. Do tego celu bardzo odpowiednią jest roślina z rodziny jaskrowatych, ostróżka *Delphinium Ajacis*. Wybieramy starsze kwiaty, skąd z łatwością można usunąć płatki okwiatu i oglądamy słupek pozostały w położeniu środkowym. Na słupku rozróżniamy część dolną zieloną i nabrzmiętą, t. zw. zalążnię (ovarium), dalej część wąską, tutaj różowo zabarwioną, w którą zwężając się, przechodzi zalążnia; jest to szyjka (stylus). Szyjka kończy się znamieniem (stigma), które tutaj nie jest wyraźnie odznaczone.—Przygotujmy następnie poprzeczne przekroje przez zalążnię i rozpatrzmy ją przy słabem powiększeniu, względnie po ewentualnem dodaniu niewielkiej ilości ługu potasowego. Na przekroju poprzecznym (rys. 113) w zalążni możemy dostrzec jedną komorę. Widocznie każda zalążnia powstała z jednego owocolistka, który się zwinął do wnętrza, a brzegi jego zrosły się ze sobą. Na tego rodzaju powstanie wskazuje szew brzuszny, który możemy zauważyć w środkowej linii zalążni na krawędzi zwróconej w kierunku środkowego punktu kwiatu. Taka zalążnia, utworzona z jednego owocolistka, zwie się jednoowocową. Jeżeli w jednym kwiecie połączyła się większa ilość jednoowocowych zalążni, wówczas kwiat taki nazywamy wielozawiązkowym. U *Delphinium* zalążnia siedzi na dnie kwiatowem, dlatego też nazywa się ona zalążnią górną. Cały narząd żeński kwiatu, czy będzie się składał z jednego albo kilku słupków, nazywamy słupko-



Rys. 113. *Delphinium Ajacis*. Przekrój poprzeczny przez zalążnię. o—ściana zalążni, v—wiązka przewodząca, p — łożysko, s—załazek. Pow. 18 r.



wiem (gynaeceum).—Na przekrojach poprzecznych, na stronie brzusznej każdej zalążni możemy dostrzec rowek, w którym przy silniejszym powiększeniu zauważymy skórkę zewnętrzną powierzchni. Skórka w tym miejscu przechodzi przez całą grubość ściany i łączy się ze skórką, wyściełającą jamę zalążni. Ciekawe jest, że również i skórka wyściełająca jamę zalążni posiada szparki oddechowe. W ścianie zalążni znajduje się pewna ilość wiązek przeprowadzających, z których większość biegnie wzdłuż strony grzbietowej, nieliczne znajdują się w pobliżu brzegów owocolistka na stronie brzusznej. Brzegi owocolistka są cokolwiek nabrzmięte i tworzą łożyska, wystające do komory zalążni (*p*). Z tych ostatnich wyrastają zalążki (*s*) w dwu szeregach odpowiednio do ilości łożysk. Zalążkami zajmiemy się cokolwiek później i w tym celu przechowamy nasze preparaty.

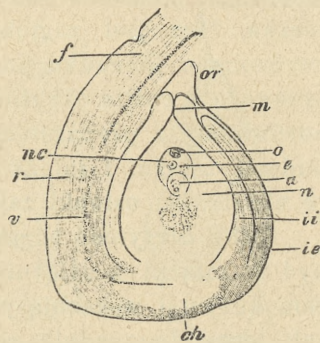
Zalążnia roślin liljowatych jest trójkomorowa; do badania z równym powodzeniem możemy wybrać tulipan, hiacynt, lilję, *Hemerocallis*, albo *Yucca*. U tulipana trzy płaty znamienia siedzą na zalążni bez szyjki. U hiacynta szyjka jest krótka, znamię małe nieznacznie trójdzielne; u lilji szyjka jest długa, znamię trójdzielne; u *Hemerocallis* szyjka jest bardzo długa, również z trójdzielnym znamieniem, jednak bardzo małym; u *Yucca* szyjka rozwinęła się bardzo słabo i posiada znamię trójdzielne.—Na przekrojach poprzecznych możemy stwierdzić trójkomorową zalążnię, utworzoną z trzech zamkniętych, ze sobą zrosniętych owocolistków. Ani z boków, ani w środku nie możemy wyróżnić jakiegokolwiek granicy między tkankami owocolistków; nazewnątrz cały utwór pokrywa jedna jedyna ciągła skórka. Tutaj więc trzy owocolistki tworzą wieloowocową trzykomorową zalążnię. Każdy z tych trzech owocolistków, połączonych w trójkomorowej zalążni, na swych obu brzegach posiada zalążki; wskutek tego łożyska leżą w wewnętrznych kątach komór zalążni. Podobnie jak u *Delphinium*, ułożyskowanie jest brzeżne. Ponieważ kąty komór, w których znajdują się zalążki, mają środkowe położenie, tego rodzaju ułożyskowanie jest środkowe. Na przekrojach poprzecznych przez szyjkę *Hemerocallis*, możemy dostrzec środkowy trójkątny przewód, t. zw. przewód pyłkowy. Trzy wiązki przeprowadzające są rozmieszczone przy trzech krawędziach przewodu pyłkowego. Na podłużnym przekroju przez wierzchołek szyjki, a więc również i przez znamię możemy dostrzec górną powierzchnię znamienia, pokrytą długimi brodawkami. Brodawki takie właściwe są znamionom roślin, u których w zapyłaniu pośredniczą owady. U *Hemerocallis* naskórek tych brodawek zostaje podniesiony wskutek wytwarzania śluzu. Odbywa się to w kierunku linii węzownicowatej odpowiednio do prążkowania, które możemy dostrzec na naskórku. Wkońcu następuje zupełne oderwanie naskórka od warstw błony komórkowej, leżącej w głębi, ewentualnie nawet odpadnięcie od brodawki. — U innych *Liliaceae* również spotykamy wydrażoną szyjkę; zazwyczaj szyjka jest pełna, jednakże wypełniona komórkami, łatwo od siebie odcho-



dzącami, albo też posiadającymi boczne ściany pęczniejące tak, że łągiwki pyłkowe mogą z łatwością przerastać między nimi w dół.

Zbadaliśmy zalążnię górną. Przekroje poprzeczne przez zalążnię dolną nie różnią się zbytnio i dlatego też nie będziemy się nimi zajmowali.

Zapoznajmy się teraz z budową zalążków i spróbujmy jednocześnie zbadać procesy zapłodnienia u jawnokwiatowych. Aby zapoznać się z poszczególnymi częściami zalążka, wykonajmy najpierw przekroje poprzeczne przez zalążnię tojadą (*Aconitum Napellus*), albo innego gatunku z tego rodzaju rośliny. Wybieramy kwiat przekwitający, odrywamy z niego pozostałe części i wykonywamy przekroje poprzeczne jednocześnie przez trzy zalążnie. Należy pamiętać o tem, aby skrawki były rzeczywiście wykonane prostopadle do osi podłużnej pojedynczych zalążków. Należy wykonać bardzo dużą ilość skrawków, ponieważ zależy to tylko od przypadku, że w odpowiedni sposób przekroimy zalążek. Przeszukujemy skrawki i wybieramy sobie najodpowiedniejszy. O ile skrawek nie jest dostatecznie cienki, to pomagamy sobie odrobiną ługu potasowego. Jeżeli zalążek został przecięty wzdłuż linii środkowej, wówczas zobaczymy obraz odrysowany na rysunku 114. Zalążnia jest jednoowockowa, zalążek wyrasta z brzeżnego łożyska. Zalążek jest przymocowany zapomocą sznureczka (funiculus) (*f*), którego wolna część jest bardzo krótka, zresztą jest on zrosnięty z ciałem zalążka, na którym tworzy t. zw. szew (raphe) (*r*). W ciele zalążka przedewszystkiem odróżniamy część wewnętrzną, stożkową masę tkanki, t. zw. ośrodek woreczka zalążkowego (nucellus) (*n*). Odpowiada on dużej zarodni (macrosporangium) roślin skrytokwiatowych naczyniowych. Jest on okryty dwoma osłonkami (integumentum), osłonką wewnętrzną (*ii*) i osłonką zewnętrzną (*ie*). Osłonka wewnętrzna jest rozwinięta ze wszystkich stron aż do podstawy ośrodka, zewnętrznej osłonki brak od strony sznureczka, do którego z obu stron przytyka. Wewnętrzna osłonka między obu swemi górnymi brzegami pozostawia wąski kanał, sięgający aż do ośrodka i zwany okienkiem (micropyle) (*m*). W sznureczku znajduje się wiązka przewodząca, wychodząca z łożyska, którą możemy w niektórych wypadkach, ale nie zawsze znaleźć aż u samej podstawy ośrodka woreczka zalążkowego. Tkanka, wyróżniająca się jaśniejszym zabarwieniem i znajdująca się u podstawy ośrodka woreczka zalążkowego, na-



Rys. 114. *Aconitum Napellus*; środkowy przekrój podłużny przez zalążek. *f*—sznureczek, *r*—szew, *v*—wiązka przewodząca w sznureczku, *ie*—osłonka zewnętrzna, *ii*—osłonka wewnętrzna, *n*—ośrodek woreczka zalążkowego, *ch*—chalaza, *e*—woreczek zalążkowy, *a*—antypody, *o*—komórka jajowa, *nc*—wtórne jądro woreczka zalążkowego, *m*—okienko, *or*—ściana zalążni. Pow. 53 razy.



zywa się osadką załązka (chalaża) (*ch*). W podłużnej osi ośrodka woreczka załązkowego widzimy większą komórkę, tworzącą jamę wydrążoną; komórka ta zwie się woreczkiem załązkowym (*e*). Na jego dnie możemy dostrzec pojedyncze kuliste komórki u tojada (jak wogóle u jaskrowatych) bardzo silnie rozwinięte antypody (*a*). W szczególnie dogodnych wypadkach można stwierdzić, że jest ich trzy. Na szczycie woreczka załązkowego możemy także zobaczyć małą komórkę, którą jednak dopiero stwierdzamy na rzeczywiście środkowych skrawkach; jest to komórka jajowa (*o*), dalej w środku woreczka załązkowego znajduje się wtórne jądro woreczka załązkowego (*mc*). Cały załazek jest załązką wsteczną (anatrop), ponieważ ciało załązka nie jest prostym przedłużeniem sznureczka, lecz jest zagięte, z jednej strony z nim zrosnięte, a okienko zwrócone w kierunku podstawy sznureczka. Tego rodzaju forma załązka przeważa u roślin okrytonasiennych. Jeżeli teraz preparat z ostróżki (113) porównamy z preparatem z tojada, to stwierdzimy, że w obu wypadkach budowa załązki i załązków jest taka sama; różnica polega tylko na tem, że u ostróżki osłonki załązka są ze sobą zrosnięte.

Aby otrzymać skrawki z załązków tojada, możemy również wydobyc te załązki z załązki i pojedynczo krajać je, trzymając między palcem dużym i wskazującym według znanej nam już metody. Jeżeli załazek jest odpowiednio zorjentowany między palcami, to w ten sposób znacznie prędzej możemy osiągnąć obrazy środkowe.

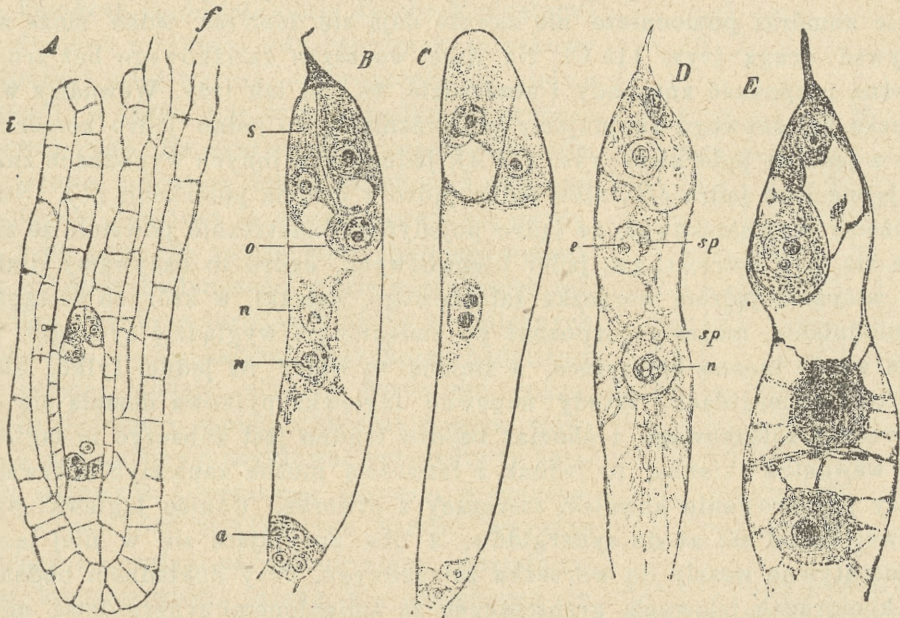
Przejdziemy teraz do zbadania woreczka załązkowego. Najbardziej odpowiednim przedmiotem do tego będzie korzeniówka (*Monotropa Hypopitys*), roślina blado-żółta, bardzo często spotykana w lasach sosnowych; w niektórych okolicach jest bardzo rozpowszechniona. Dla bardzo trudnych badań woreczka załązkowego roślina ta jest dogodnym materiałem, z tych też względów nie powinniśmy wyrzekać się żadnych trudów, aby roślinę tę zdobyć. Kwitnie ona w czerwcu i w lipcu i należy ją badać tylko na świeżo. Jeżeli będziemy zmuszeni do późniejszego przechowania jej w alkoholu, to dodajemy do niego dwutlenku siarki, ponieważ w czystym alkoholu roślina przybiera ciemno-brunatne zabarwienie. W tym celu gaz dwutlenku siarki wprowadzamy do alkoholu. Cały zabieg trwa jedną minutę, jeżeli siarczan potasu ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) polewamy w naczyniu 80% kwasem siarczanym i wydzielający się gaz wprowadzamy do alkoholu; na każde 100 cm. alkoholu  $\frac{1}{2}$  gm. siarczanu sodowego <sup>1)</sup>.

Pozostawiamy rośliny na 24 godz. w alkoholu i następnie przenosimy do czystego alkoholu.—Zresztą świeże rośliny możemy przez dłuższy czas przechować bardzo dobrze w naczyniu z wodą. Gatunki gruszyczki (*Pirola*) zachowują się podobnie, jak korzeniówka, jednakże w tym wypadku załązki są mniejsze. — Na przekroju poprzecznym przez górną

<sup>1)</sup> E. Overton: Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. Bd. VII, str. 9.



część górnej zalążni z korzeniówki stwierdzamy, że zalążnia jest cztero-komorowa. Łożyska są silnie nabrzmięte i na powierzchni posiadają liczne wąskie zalążki, ułożone w gęste szeregi. Obie połowy łożyska w każdej komorze są na pewnej przestrzeni odosobnione promieniową linią rozdziału. W górnej części zalążka linje rozdziału sięgają aż do środka, gdzie się ze sobą spotykają. Widzimy tu cztery pary grubych łądyg, zajmujące środek każdej przegrody; każda para należy do 2 sąsiednich komór; igiełkami z łatwością możemy oddzielić od siebie obie pary. Aby do badania dostać zalążki, odrywamy część ściany zalążni igiełką i wy-



Rys. 115. *Monotropa Hypopitys*. *A*—cały zalążek, w którym: *f*—sznureczek, *i*—osłonka; *B C*—woreczki zalążkowe, w nich *s*—synergidy, *o*—komórka jajowa, *n*—jądro biegunowe, względnie wtórne jądro woreczka zalążkowego, *a*—antypody; *D E*—górną część woreczka zalążkowego; w *D*: *e*—jądro komórki jajowej, *n*—wtórne jądro woreczka zalążkowego, *sp*—jądra plemników; w *E*—pierwsze podziały, prowadzące do powstawania bielma.  
Pow. *A* 240, *B—E* 600 razy.

skrobujemy igiełką zalążki z oswobodzonych łożysk. Zalążki przenosimy do czystej wody, albo 3% roztworu cukru, w którym można je przez dłuższy czas trzymać. Jeżeli materiał ten wyjmemy ze starszego kwiatu, gdzie woreczki pylnikowe są już puste, wówczas znajdziemy częściowo dojrzałe niezapłodnione, częściowo zapłodnione zalążki. Między zalążkami spotykamy bardzo często kawałki łagiewki pyłkowej. Zalążek dojrzały do zapłodnienia posiada wygląd narysowany na rys. 115 *A*. Jest on przezroczysty i można go z łatwością badać. Ponieważ jest to zalążek wsteczny, więc posiada tylko jedną osłonkę (*i*). Całe wnętrze zalążka jest wy-

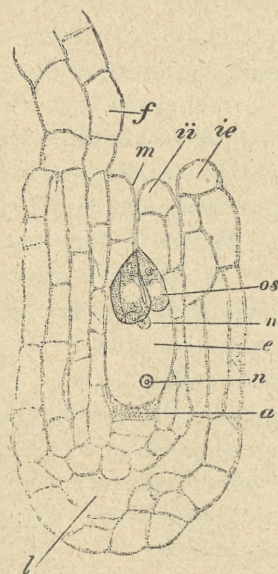


pełnione woreczkiem zalążkowym; niema tutaj ośrodka, który podczas rozwoju woreczka zalążkowego uległ wyrugowaniu. Szczyt woreczka zalążkowego, jak to teraz możemy stwierdzić, bardzo wyraźnie zajmują trzy komórki. Te trzy komórki tworzą przyrząd jajowy. Nie posiadają jednakowego znaczenia. Obie komórki górne są t. zw. komórkami pomocniczymi, czyli synergidami (rys. 115 *Bs*), a głębiej położona jest komórka jajową (*o*). Komórki pomocnicze w dolnej części zawierają wodniczkę, u góry są wypełnione protoplazmą, tam też można zauważyć w nich jądro. Przeciwnie, komórka jajowa posiada wodniczkę u góry, gdy u dołu zebrała się główna masa protoplazmy i jądro komórkowe. Obie komórki pomocnicze nie zawsze dają się dostrzec; jedna może zakrywać drugą (rys. 115 *C*). Na dnie woreczka zalążkowego bez trudu można rozpoznać antypody i stwierdzić, że jest ich trzy. Wewnątrz woreczka zalążkowego znajdujemy przeważnie tylko jedno jądro komórkowe z jednym jąderkiem (rys. 115 *A*); jednakże w innych wypadkach znajdują się dwa jądra (*B*), albo jedno jądro z dwoma jąderkami (*C*). Stąd możemy wywnioskować, że jądro pojedyncze ostatecznie powstało ze zlania się dwu jąder, t. zw. jąder biegunowych. Jądro to nazywamy dlatego wtórnym jądrem woreczka zalążkowego. Zalążki, w których nastąpiło zapłodnienie, możemy rozpoznać po zmienionym wyglądzie synergid. Są one wtedy mocno błyszczące, a zmianę tę widać na jednej tylko, albo na obu synergidach. Wtedy napewno łagiewka pyłkowa dostała się do woreczka zalążkowego i chociaż bardzo trudno jest zobaczyć tę łagiewkę wewnątrz okienka, to jednak z łatwością można zauważyć oderwany przy preparowaniu kawałek, sterczący z otworka. Koniec łagiewki pyłkowej dostał się aż do synergidów, a oba znajdujące się w niej jądra generatywne weszły do woreczka zalążkowego. Przy dokładnym badaniu w komórkach jajowych, graniczących ze zmienionymi synergidami, można wykryć dwa jądra (*D*), jedno większe, będące pierwotnym jądrem komórki jajowej (*E*), a obok mniejsze, które jest jądrem nasiennym, generatywnym (*sp*). To ostatnie jądro powiększa się i upodabnia się coraz bardziej do jądra komórki jajowej. Można natrafić na okres kopulacji pomiędzy jądrem komórki jajowej a jądrem nasiennym; następnie znajdujemy jedno jądro zalążka z dwoma rozmaitej wielkości jąderkami, z których mniejsze pochodzi od jądra nasiennego (*E*) i wreszcie jądra zalążkowe tylko z jednym jąderkiem. Jednocześnie można jednak nie bez trudności stwierdzić, że do wtórnego jądra woreczka zalążkowego przylega małe jądro (*Dsp*), podobne do jądra nasiennego w komórce jajowej. Jest to drugie jądro generatywne. Zlewa się ono z wtórnym jądrem woreczka zalążkowego, które przez to nabiera zdolności do dzielenia się. Podczas, gdy w komórce jajowej odbywają się te procesy zapłodnienia, zmniejsza się mocno błyszcząca masa obu, albo jednej z synergid, prawdopodobnie zostaje ona zużyta do odżywiania jajka. Jednocześnie z temi zmianami w przyrządzie jajowym w jamie woreczka zalążkowego za-



czyną się tworzyć bielmo (endospermum), t. j. w woreczku zalążkowym powstają przegrody. W tym wypadku powstawanie bielma zostaje zapoczątkowane przez natychmiastowy podział komórek, gdy w innych wypadkach równie częstych, a nawet częstszych, wtórne jądro woreczka zalążkowego i jego pochodne dzielą się naprzód swobodnie i dopiero w późniejszych stadiach rozwoju między jądrami powstają przegrody. Proces, z jakim tutaj mamy do czynienia, występuje naogół w takich woreczkach zalążkowych, które powoli i nieznacznie się powiększają. Tam, gdzie woreczek zalążkowy po zapłodnieniu rośnie bardzo szybko, wówczas odbywa się podział jądra bez podziału komórek, a powstawanie komórek występuje dopiero wówczas, gdy woreczek zalążkowy ukończył swój wzrost. — Tworzenie się bielma naogół, a także i w tym wypadku wyprzedza rozwój jajka. Na skutek zapłodnienia w komórce jajowej powstaje delikatna błona z celulozy; następnie komórka ta woreczkowato się wydłuża i po pewnym czasie wierzchołkiem przynika do ciała bielmowego, gdzie wierzchołek woreczka wytwarza zarodek, złożony z nielicznych komórek. — Te zalążki dotychczas badaliśmy w czystej wodzie, albo w roztworze cukru; jeżeli będziemy chcieli uwidocznić jądra, wówczas powinniśmy potraktować preparaty 2% kwasem octowym. Otrzymamy wówczas w większości woreczków zalążkowych bardzo wyraźne obrazy i przytem utrwalamy stany podziału jąder komórkowych, jednak nie zagłębiając się w danej chwili w przebieg tego procesu. Użycie barwników jest niebardzo wskazane, ponieważ jednocześnie barwią się jądra w osłonkach i przez to utrudniają wgląd we wnętrze zalążka.

Zamiast korzeniówki, do badania możemy użyć storczyków, z których rozmaite gatunki również i podczas zimy możemy spotkać w cieplarniach. Z konieczności można tutaj posługiwać się materiałem alkoholowym. U storczyków zapłodnienie następuje dość późno, po zapyleniu już w zalążni silniej nabrzmiałej. Rozcinamy taką zalążnię przy pomocy igły, oddzielamy zalążek od łożyska i przenosimy do wody, albo 3% roztworu cukru. Z łatwością zorjentujemy się w budowie dojrzałego zalążka (rys. 116); jest on bardzo podobny do zalążka u korzeniówki, posiada jednak dwie osłonki i jamę powietrzną (*l*) w okolicy osadki. Powietrze tej jamy przedostaje się między osłonki i utrudnia badanie. Zalążki, znajdujące się w wodzie,



Rys. 116. *Orchis pallens*. Zalążek dojrzały do zapłodnienia. *f*—sznureczek, *ie*—osłonka zewnętrzna, *ii*—wewnętrzna, *m*—okienko, *e*—woreczek zalążkowy, *os*—przyrząd jajowy, *n*, *n*—jądra biegunowe, *a*—reszta antypodów, *l*—jama powietrzna. Pow. 240 razy.



albo w 3% roztworze cukru, przy pomocy pompy powietrznej zostają pozabawione powietrza. Bardzo często już delikatny nacisk na szkiełko przykrywkowe wystarcza, aby usunąć znajdujące się między osłonkami powietrze, utrudniające szczególnie obserwację. Również i u storczyków rozwijający się woreczek zalążkowy w zupełności wyrugował ośrodek woreczka zalążkowego; bardzo często na szczycie woreczka zalążkowego można dostrzec resztę ośrodka woreczka zalążkowego w postaci silnie błyszczącej czapeczki. Przyrząd jajowy (*os*) posiada też samą budowę, co i u korzeniówki, jednakże jądro nie jest tak głęboko osadzone. Antypodów nie można dostrzec; na ich miejscu możemy zauważyć silnie błyszczącą substancję (*a*), gdzie z trudnością udaje się stwierdzić 3 jądra. Przenikanie łagiewki pyłkowej aż do synergid daje się łatwiej wysledzić, niż u korzeniówki; synergidy po zapłodnieniu zmieniają się w podobny sposób, jak u korzeniówki. Oba kopulujące jądra w komórce jajowej z łatwością możemy zauważyć, jednakże trudniejsze jest stwierdzenie kopulacji drugiego jądra nasiennego z wtórnym jądrem woreczka zalążkowego. Bielmo w danym wypadku nie powstaje.

W braku korzeniówki i storczyków, z przezroczystych zalążków do badania nadają się zalążki rozmaitych Gesneriaceae, a przede wszystkim wielkokwiatowa *Gloxinia hybrida*. Zalązek tej rośliny opatrzony tylko jedną osłonką jest tak dalece przejrzysty, że cały przyrząd jajowy można z łatwością obejrzeć. Można w nim rozpoznać obie synergidy i komórkę jajową, wykształconą w postaci buteleczki. Woreczek zalążkowy w górnej części posiada nabrzmienie, a następnie zwęża się nagle; w dolnej części woreczka zalążkowego nie można z całą pewnością wyróżnić antypodów.

Stosunkowo łatwo możemy obserwować budowę przyrządu jajowego na skrawkach, wykonanych z zalążni gatunku *Lilium* albo *Narcissus*. Ponieważ zalążki w komorach zalążni tej rośliny przy pionowym ustawieniu zalążni leżą dokładnie poziomo, otrzymujemy odpowiednio zorientowane skrawki podłużne z zalążków, robiąc przekroje poprzeczne przez zalążnie. Jeżeli w 5% roztworze cukru przejrzymy większą ilość zalążków, wówczas spotkamy się z pożądanymi obrazami.



## ROZDZIAŁ XXX.

Rozwój i budowa nasienia u okrytonasiennych.

### Materiał do badań:

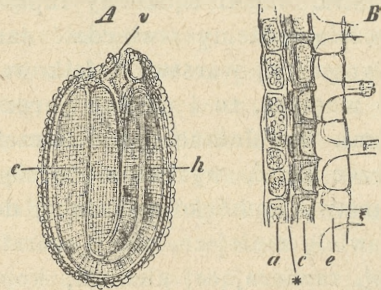
Latem, wzgl. zimą: *Capsella Bursa pastoris*, owocująca, świeża, albo w alkoholu. —  
*Alisma Plantago* owocująca, świeża, albo w alkoholu.

### Odczynniki:

Roztwór gumy. — Gliceryna. — Roztwór jodu. — Ług potasowy. — Kwas karbolowy.

Spróbujemy teraz zapoznać się z budową dojrzałego nasienia roślin okrytonasiennych, zwracając szczególną uwagę na znajdujący się w nich zarodek. Do badania wybieramy jako względnie dogodny przedmiot roślinę z rodziny krzyżowych, tasznik pospolity *Capsella Bursa pastoris*, roślinę z wielkim upodobaniem używaną do studjów embriologicznych. Nasienie tej rośliny jest względnie małe, jednak właśnie ta okoliczność jest bardzo dogodna przy badaniach nad historją rozwoju. Postarajmy się naprzód przewyciężyć trudności, jakie się nastroczą przy krajaniu dojrzałego nasienia. Przedewszystkiem z nasienia przygotowujemy środkowy przekrój podłużny. Przekrój taki, względnie łatwo możemy otrzymać ze świeżego materiału, trzymając go między palcami (str. 116). Jeszcze łatwiej da się to wykonać, umieszczając nasienie między dwoma płaskimi kawałkami korka, między którymi przesuwamy brzytwę. Można również roztworem gumy przylepić nasienie w żądanem położeniu między dwoma kawałkami miękkiego drzewa lipowego, lub topolowego, a po wyschnięciu przecinać nasienie wraz z drzewem. Wreszcie można zanurzyć nasienie w kropli gumy z gliceryną, umieszczonej na końcu pręcika rdzenio-bzowego i po wyschnięciu, przecinać razem z gumą.

Skrawki, otrzymane w ten lub w inny sposób, badamy w glicerynie, gdyż w wodzie zarodek pęcznieje i wychodzi z okrywy nasiennej. Zarodek (rys. 117 *A*) wypełnia całe nasienie; jest on w połowie przegięty tak, że liście (*c*) przylegają do części łodygi podliścieniowej (hypoco-



Rys. 117. *Capsella Bursa pastoris*. *A* — przekrój podłużny przez dojrzałe ziarno, *h* — część łodygi podliścieniowa, *c* — liście, *v* — wiązka przewodząca sznureczki. Pow. 26 razy. *B* — kawałek przekroju podłużnego przez łupinę nasienia i warstwę aleuronu po działaniu wody, *e* — napęczniała skórka, *c* — żółto zabarwiona silnie zgrubiała warstwa, \* — warstwa komórki zgniecionej, *a* — warstwa aleuronu. Pow. 240 r.



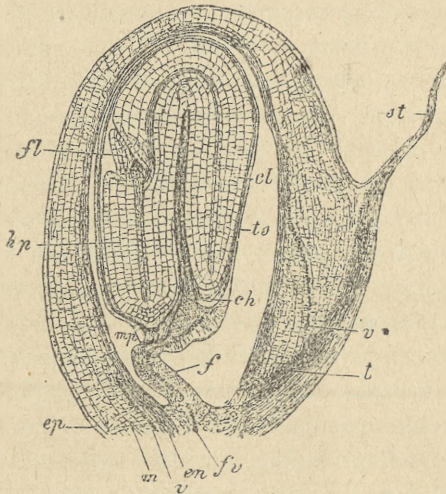
tyl). Tego rodzaju zakrzywienie jest charakterystyczne dla oddziału *Notorrhizae* wśród roślin krzyżowych i oznacza się znakiem  $\circ ||$ . Jeżeli skrawek jest cienki i rzeczywiście trafił przez nasienie w linii środkowej (jak *A*), to u podstawy między liścieniami możemy zauważyć mały wierzchołek wzrostu łodyżki, a na wierzchołku korzeniowym części łodygi podliścieniowej czapeczkę, grubości zaledwie kilku warstw komórkowych. W tem nasieniu bielmo zredukowane jest do jednej warstwy komórek, zawierających aleuron (*B a*). Ziarenka, znajdujące się w tej warstwie, barwią się roztworem jodu na żółto brunatno i w ten sposób zdradzają swoje pochodzenie. Warstwa aleuronu bezpośrednio otacza zarodek; ze swej strony warstwa ta jest zamknięta łupiną nasienną, testa. Weźmy teraz silniejsze powiększenie, to stwierdzimy, że łupina nasienne (rys. 117 *B*) składa się z trzech warstw komórek: warstwy najbardziej wewnętrznej, posiadającej wygląd błony i zawdzięczającej swoje powstanie zgniecionej wewnętrznej osłonce; drugiej warstwy, której ściany komórkowe są zabarwione na żółto i ku stronie wewnętrznej są bardzo silnie zgrubiałe; zewnętrznej warstwy komórkowej (*e*), która w stężonej glicerynie wygląda, jak bezbarwna pozornie jednolita błona, gdyż komórki jej uległy silnemu spłaszczeniu i zgrubiały aż do zaniknięcia światła. Jeżeli będziemy łupinę rozpatrywali z zewnątrz, wówczas z łatwością możemy stwierdzić narzysy wielokątnych komórek, należących do zewnętrznej warstwy tafelkowatej. Komórki te w części swej, zwróconej do wnętrza, tu i owdzie porozdzielane są przestworami międzykomórkowymi, wypełnionymi powietrzem. W środku każdej komórki można dostrzec część, wyróżniającą się słabiej i silniej światło łamiącą. Ściany warstwy komórkowej, idącej do wewnątrz, są silnie zgrubiałe, a komórki niewiele mniejsze, niż w warstwie zewnętrznej. Zato w warstwie bielmowej, zawierającej aleuron, komórki są znacznie mniejsze i silnie zgrubiałe (*a*). — Jeżeli teraz do skrawków, znajdujących się pod szkiełkiem przykrywkowym, dodamy wody, wówczas komórki warstwy zewnętrznej zaczynają szybko rosnać; każda z nich nazewnątrz uwypukla się bardzo silnie, w środku można dostrzec mocno błyszczący słup. I tutaj nie możemy odróżnić światła: cała komórka wydaje się być wypełniona warstwami zgrubienia błon, przyczem zewnętrzne warstwy zgrubienia słabo łamią światło, wewnętrzne silniej. Te wewnętrzne warstwy zgrubienia tworzą rzucającą się w oczy środkową podsadkę (*columella*), występującą wyraźnie na skrawkach powierzchniowych, gdy jednocześnie przestrzenie, znajdujące się między komórkami zanikają. Na pęczniejących błonach przeważnie można dostrzec wyraźne uwarstwienie. Dalszy dopływ wody powoduje rozerwanie naskórka i wówczas występują zewnętrzne warstwy zgrubienia, rozplývając się w otaczającej wodzie, jako śluz niewidzialny. Pozostaje tylko błyszcząca podsadka (*columella*), oznaczająca środkową część każdej komórki (rys. 117 *B*, *e*). Podsadka (*columella*) powiększyła się znacznie, a na wierzchołku jej można dostrzec resztki



rozpuszczonych warstw zgrubienia. Pozostają także blaszki środkowe komórek, a jako niepęczniejące, wydają się teraz daleko niższe od podsadki (columelli). Wszystko to widać na naszym rys. 117 B. Aby zbadać zjawiska pęcznienia, skrawki nasze możemy początkowo oglądać w alkoholu, a następnie dodawać wody.—Takie śluzowacenie warstw zgrubienia w zewnętrznych komórkach nasion i owoców jest względnie częstym zjawiskiem; powoduje ono skuteczne przymocowanie nasion do podłoża.—Ponieważ krajanie dojrzałego nasienia przedstawia pewne trudności, możemy więc dla zorientowania się w położeniu i budowie zarodka wykonać skrawki przez nasiona niezupełnie dojrzałe, bardziej miękkie i tylko łupiny nasienne badać na dojrzałych nasionach.—Przejdźmy teraz do wcześniejszych okresów rozwojowych i umieścimy najpierw cały zawiązek nasienia w ługu potasowym. Zawiązki nasienia otrzymujemy najłatwiej, rozcinając łuszczynkę wzdłuż na połowę i z każdej połówki wyciągając zawiązki nasion przy pomocy skalpela. Zawiązki te aż do okresu swej dojrzałości można tak przeświecić, że z łatwością zorientujemy się w położeniu zarodka. Zarodek w ługu potasowym jest pięknie zielony; następuje to wskutek tego, że ziarna mączki pęcznieją i ziarna chlorofilowe stają się widoczne. Badając coraz młodsze zawiązki nasion, stwierdzamy, że zarodek (a przedewszystkiem jego liścienie) staje się coraz krótszy. Zarodek nie dosięga do dolnej części jamy woreczka zalążkowego, zagiętej do góry. Zawiązki nasion z owoców, których wysokość bez szypułki wynosi około 5 mm, posiadają zarodek w postaci małego ciała, sercowatego kształtu. Dwa rozchodzące się wyrostki przednie są zawiązkami liścieni.—Badając powyżej opisane stadja rozwoju zarodka, jednocześnie stwierdzamy, że bielmo tworzy się tylko na obu końcach woreczka zalążkowego a głównie na zakończeniu, skierowanem do podstawki (chalaza), gdzie występuje jako zielono zabarwiona tkanka. Bielmo to zostaje usuwane przez wzrastający zarodek i pochłaniane z wyjątkiem warstwy najbardziej zewnętrznej, wyróżniającej się zawartością ziarn aleuronu. Dalej stwierdzamy, że testa, czyli łupina nasienna, powstaje z obu warstw komórkowych zewnętrznej osłonki, gdy komórki wewnętrznej osłonki rozciągają się i stopniowo ulegają zgnieceniu. — Aby się zapoznać z budową przyrządu jajowego w zalążku w okresie, kiedy jest on zdolnym do zapłodnienia, musimy użyć materiału alkoholowego, który wyświetlamy do pożądanego jasności, dodając ostrożnie ługu potasowego. W ten sposób stwierdzamy obecność dwóch synergid i jednej komórki jajowej w przyrządzie jajowym, gdy antypody dadzą się wykryć z trudnością. Dalej możemy zauważyć, że zapłodniona komórka jajowa wyrasta w nitkę proembrjonalną długości 6 komórek; w nitce tej komórka górna, a więc najbardziej oddalona od okienka, zaokrągla się w kuliste ciało zarodka, gdy dolna komórka wieszadła pęcherzykowato nabrzmiewa, wypycha całą tkankę ośrodka woreczka zalążkowego aż do osłonki i tworzy pęcherz, widoczny jeszcze w dojrzałym nasieniu. Ta nabrzmiała komórka prawdopodobnie pośredniczy



w dostarczaniu pożywienia dla zarodka. Kuliste ciało zarodka oddziela się przegrodą od wieszadełka i następnie dzieli się przegrodą podłużną. W każdej półkulistej komórce w taki sposób powstającej, wytwarza się następnie przegroda podłużna, ustawiona prostopadle do pierwszej przegrody, następnie powstałe w ten sposób cztery komórki dzielą się znowu przegrodami, powstającymi w połowie wysokości komórek. Kuliste ciało zarodka rozpada się w taki sposób na 8 komórek, między którymi kolejno zmieniają się przegrody peryklinalne i antyklinalne. Kuliste ciało zarodka powiększa się, jak również ilość znajdujących się w nim komórek, spłaszcza się cokolwiek, poczem z przedniej jego części wyrastają liścienie. Liścienie początkowo u podstawy stykają się z sobą i dopiero później pomiędzy nimi uwypukla się wierzchołek wzrostu łodyżki.



Rys. 118. *Alisma Plantago*. Podłużny środkowy przekrój przez dojrzały owoc. *ep* — obovocnia (epicarpium), *m* — śródowocnia (mesocarpium), *en* — wowocnia (endocarpium) nasiennika, *v* — w niej wiązka przewodząca, *v\** — zakończenie wiązki przewodzącej, *st* — zwiędła szyjka, *ts* — droga łagiewki pyłkowej, *f* — sznureczek nasienia z wiązką przewodzącą *fv*, przy *mp* — okienko, *ch* — podsadka (chalaza), *ts* — okrywa nasienna (testa), *hp* — część podliścieniowa łodygi w zarodku, *fl* — pierwszy liść. *cl* — liścien. Pow. 28 razy.

Do badania zalążka jednoliścienego wybierzmy babkę wodną (*Alisma Plantago*). Również i ta roślina jest bardzo dogodna do badania. Zapoznamy się tutaj tylko ze stanami dojrzałymi. Kwiat babki wodnej posiada liczne jednokomorowe zalążnie, jest on wielozawiazkowy. Z każdego kwiatu powstają przeto liczne owoce gęsto skupione, tworzące owoc złożony (syncarpium) o trójkątnym zarysie. Każdy owoc częściowy jest mocno spłaszczony, ku górze nieco grubszy, z profilu odwrotnie jajowaty, z rowkiem grzbietowym na linii środkowej. Na krawędzi brzusznej, zwróconej do wspólnego środkowego punktu owocu, w połowie wysokości widać krótki nitkowaty wyrostek, odpowiadający zwiędłej szyjce. Do dalszego badania wybieramy owoc pra-

wie dojrzały, osadzamy jeden owoc częściowy między dwiema połówkami przeciętego korka i przesuwamy ostrze brzytwy pomiędzy temi połówkami. Tym sposobem bez trudności możemy otrzymać odpowiednie skrawki podłużne, gdyż wskutek twardości okryw nasiennych, przecinanie w palcach jest trudniejsze. Jednocześnie w zwykły sposób pomiędzy dwoma kawałkami korka przygotujmy kilka skrawków poprzecznych. Skrawki podłużne badamy w wodzie, do której dodano trochę ługu potasowego. Dla skrawków poprzecznych wystarczy czysta woda. Usunię-

wie dojrzały, osadzamy jeden owoc częściowy między dwiema połówkami przeciętego korka i przesuwamy ostrze brzytwy pomiędzy temi połówkami. Tym sposobem bez trudności możemy otrzymać odpowiednie skrawki podłużne, gdyż wskutek twardości okryw nasiennych, przecinanie w palcach jest trudniejsze. Jednocześnie w zwykły sposób pomiędzy dwoma kawałkami korka przygotujmy kilka skrawków poprzecznych. Skrawki podłużne badamy w wodzie, do której dodano trochę ługu potasowego. Dla skrawków poprzecznych wystarczy czysta woda. Usunię-



cie powietrza, jakie należy wykonać celem zbadania okrywy owocu na skrawkach podłużnych, uskuteczniamy, umieszczając skrawki na krótką chwilę w alkoholu, albo przy pomocy pompy pneumatycznej. Niektóre skrawki umieszczamy także w kwasie karbolowym i w ten sposób otrzymujemy preparaty, doskonale uzupełniające pozostałe obrazy.—Skrawek podłużny poprowadzony w odpowiedni sposób, daje nam obraz przedstawiony na rys. 118. Naprzód widzimy względnie grube ściany owocu, t. j. nasiennik (*pericarpium*), pokryty na swej powierzchni skórką (*ep*). Skórka, jak to możemy się przekonać na środkowych skrawkach podłużnych, stanowi dosyć ostro odznaczoną część nasiennika, dlatego też możemy ją wyróżnić jako obowocnię (*epicarpium*). Pod skórką znajduje się tkanka miękiszowa, złożona z komórek prawie izodiametrycznych średnio zgrubiałych, ściśle do siebie przystających, wypełnionych powietrzem: tworzy ona śródowocnię (*mezocarpium*) (*m*). Dalej, wewnątrz widzimy liczne warstwy wydłużonych, sklerenchematycznych elementów, stanowiących wowocnię (*endocarpium*) (*en*). Przecięcie podłużne ściśle środkowe, wykazuje na grzbiecie nasiennika przewód śluzowy, przytykający do skórki, widzialny tylko w niedojrzałym nasienniku, w dojrzałym zaś przewód jest prawie próżny i z trudnością daje się odróżnić od tkanki otaczającej. Niezupełnie środkowe przecięcia podłużne zwykle odsłaniają wiązkę naczyniową (*v*), która, przylegając do sklerenchematycznej wowocni (*endocarpium*), przebiega na grzbiecie owocu i kończy się dopiero na krawędzi brzusznej, w dolnej jej części (przy *v*\*). Pod miejscem osady zwiędłej szyjki (*st*) wystaje brzuszna krawędź okrywy owocu i jest tutaj utworzona z mocno wydłużonych komórek. W sprzyjających okolicznościach, nawewnątrz tych ostatnich, możemy zauważyć przewód wypełniony powietrzem (*t*), przytykający do pyłkowego przewodu szyjki i dający się wysledzić aż do dna komory zalążni. Jest to droga, którą łagiewki dochodzą do okienka zalążka. Ponieważ okienko jest zwrócone do grzbietowej krawędzi zalążni, przeto łagiewki pyłkowe po wejściu do jamy zalążni, muszą otoczyć sznureczek zalążka. — Obowocnię, śródowocnię, wowocnię łatwiej jeszcze możemy rozróżnić na przekrojach poprzecznych, niż na podłużnych, a zwłaszcza wyraźniej znacznie występuje rowek na środkowej linii grzbietu. Jak to możemy stwierdzić, na środkowym podłużnym przekroju przez owoc, nasienie prawie całkowicie wypełnia komorę zalążni i jest przytwierdzone na dnie komory zalążni na dość długim zakrzywionym sznureczku (*f*) w położeniu środkowym. Wiązka przeprowadzająca (*fv*) przechodzi do sznureczka. Nasienie jest krzywozwrotne i, ze swej strony w całości wypełnione zarodkiem. Okrywa nasienna zredukowana jest do cienkiej błony (*ts*), złożonej z 2-eh warstw komórek, łatwo dających się odróżnić. Między temi obu warstwami tu i owdzie można dostrzec jeszcze trzecią zgniecioną warstwę komórek, występującą znacznie wyraźniej po napęcznieniu w ługu potasowym. Wewnętrzna warstwa komórkowa okrywy nasiennej bardzo silnie



zgrubiała ze swej wewnętrznej strony. Okienko (*mp*) bardzo wyraźnie odznacza się na nasieniu. Koniuszek korzonka zarodka przylega od wewnątrz bezpośrednio do okienka. Koniuszek ten jest cokolwiek nabrzmiął i w środku brodawkowato wypuklony. Jeżeli skrawek dokładnie środkowo przeciął zarodek, wówczas możemy stwierdzić, że brodawkowaty wyrostek jest utworzony przez dwie czapeczki, które na brzegach przechodzą w skórkę. W połowie wysokości nasienia na zarodku widać wąskie wcięcie obrócone nazewnątrz, w którym leży wierzchołek wzrostu łodyżki. Ten wierzchołek wzrostu otoczony jest pochwą liścieniową. Wychodzą z niego zaczątki liścia, skierowane nawewnątrz wzdłuż linii środkowej (na naszym rysunku na lewo), całkowicie wypełniające wcięcie (*fl*). Część łodyżki, znajdująca się między wierzchołkiem wzrostu i koniuszkiem korzenia, jest podliścieniową częścią łodygi (hypocotyl). Łodyga podliścieniowa przechodzi w liścień. Ten ostatni odpowiednio do kształtu jamy nasienia jest zagięty, zwęża się stopniowo ku wierzchołkowi, który sięga ostatecznie do zakończenia osadki nasienia. W dojrzałym nasieniu niema nawet śladów bielma. Zarodek we wszystkich swych komórkach jest obficie wypełniony mączką. — Naturalnie, skrawki poprzeczne dają nam zawsze dwa przekroje poprzeczne przez zarodek, przekroje rozdzielone wąską warstwą tkanki, przechodzącą w wewnętrzną warstwę komórek okrywy nasiennej. Budowa okrywy nasiennej występuje tutaj znacznie wyraźniej, niż na skrawkach podłużnych.

Obie badane rośliny okrytonasienne przedstawiają typowe, lecz zarazem krańcowe przykłady tworzenia się zarodka w roślinach dwuliściennych i jednoliściennych, typy, które ani w części nie wyczerpują całej różnorodności obserwowanych wypadków. Wśród roślin dwuliściennych istnieją przykłady zarodków, posiadających tylko jeden liścień (*Carum Bulbocastanum*, *Ranunculus Ficaria* i inne), a u jednoliściennych takie, gdzie liścień powstaje z boku wierzchołka wzrostu łodygi (*Dioscoreaceae*, *Commelineae*). Wreszcie np. u storczyków istnieją nasiona, gdzie zarodek zatrzymuje swój rozwój na niewielu komórkach.

## ROZDZIAŁ XXXI.

Owoc roślin okrytonasiennych.

### Materiał do badań:

Latem i zimą: Ziarna pszenicy, wszystkie stany rozwojowe zawiązka nasienia i dojrzałego owocu. — Dojrzałe jabłko. — Dojrzała pomarańcz.

### Odczynniki:

Gliceryna. — Alkohol. — Ług potasowy. — Wodan chloralu — Kwas karbolowy.

Zapoznamy się jeszcze z budową niektórych owoców.

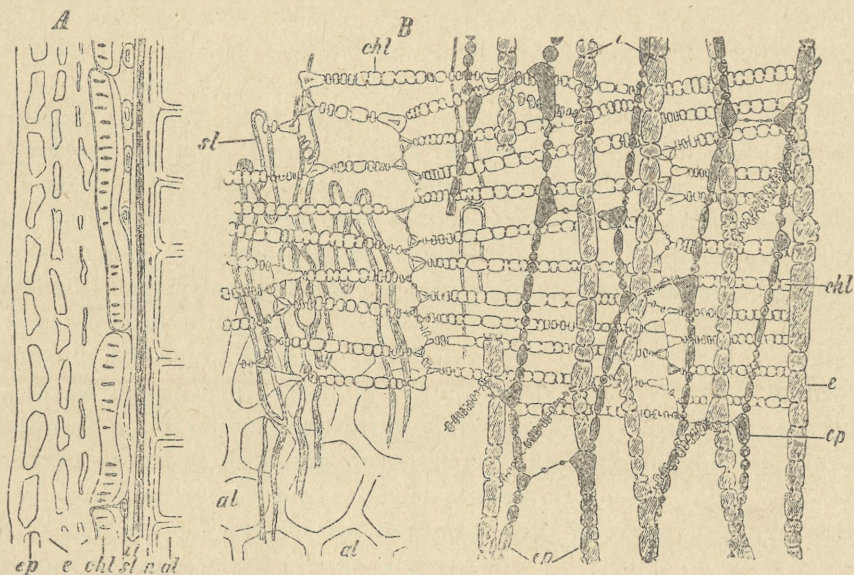
Z początku zajmiemy się ziarnami pszenicy, owocami gatunków *Triticum*, jak *Triticum vulgare*; najlepiej użyjemy do tego co tylko



dojrzałe nasiona, albo też takie, które zostały rozmoczone w wodzie, albo w jednakowych częściach gliceryny i alkoholu. Jeżeli będziemy badali materiał rozmięczony w wodzie, to należy baczyć, aby nasiona posiadały tylko ten stopień miękkości, jaki jest potrzebny do krajania; w wielu razach możemy to również osiągnąć, umieszczając ziarna pszenicy na kilka dni przed badaniem w wilgotnym miejscu, np. w dużej wilgotnej komorze. Dojrzałe ziarno pszenicy w swej linii środkowej, na stronie wewnętrznej, t. j. stronie zwróconej do plewy, posiada głęboką brózdę, odpowiadającą szwowi brzuszemu załąźni. U podstawy strony przeciwnej możemy dostrzec zarodek w postaci uwypuklenia o narysie eliptycznym, u dołu wyciągniętego w stożkowaty występ. Ze spłaszczonego wierzchołka ziarna wyrastają nachylające się ku sobie włosy, tworzące t. zw. poduszczkę szczytową. Pomiędzy temi włosami często spotykają się jeszcze nitkowate resztki szyjki słupka. Ziarno pszenicy nie jest bynajmniej nagiem nasieniem, ale raczej jednonasiennym suchym owocem, niepekającym ziarnczakiem, gdzie więc będziemy odróżniali części, należące do nasienia i owocu.—Najpierw przygotowujemy cienkie skrawki poprzeczne poprowadzone mniej więcej w połowie przez ziarno i badamy je w wodzie, albo w glicerynie, później także po dodaniu ługu potasowego. Początkowo nie będziemy się zajmowali skomplikowanymi stosunkami w brózdzie, a zatrzymamy się na innych miejscach preparatu. Nazewnątrz w okrywie znajdujemy jedną lub wiele warstw względnie silnie zgrubiałych komórek, posiadających jamki; ściany tych komórek są mocno błyszczące i żółtawe; w ługu potasowym barwią się znacznie silniej na żółto. Najbardziej zewnętrzną warstwą tych komórek jest skórka (*ep* rys. 119 A), dalej idące warstwy (*e*) należą do wewnętrznej tkanki nasiennika i w wewnętrznych swych warstwach po większej części są zatarte. Za tą zewnętrzną tkanką następuje warstwa komórek stycznie wydłużonych, prostych, albo też mniej lub więcej zakrzywionych (*chl*), wyróżniających się licznymi wąskimi, poprzecznie ustawionymi jamkami. Tu i owdzie na stronie wewnętrznej tej warstwy, posiadającej jamki, możemy zauważyć woreczkowate komórki (*sl*), odpowiadające wewnętrznej skórcie nasiennika. Jest to wszystko, co pozostało z nasiennika. Dalsze warstwy tkanek nawewnątrz należą do nasienia. Nasienie oddzielone jest od nasiennika mniej lub więcej licznymi przestworami powietrznymi. Na łupinie nasiennej najpierw możemy wyróżnić cienką, pozornie jednorodną bezbarwną błonę, która powstała z zatartej warstwy komórek; za tą błoną idzie mniej więcej tak samo wąska warstwa komórek, których światło, z trudnością dające się na bokach odgraniczyć, posiada brunatną treść (obie warstwy komórkowe na rysunku oznaczone są literami *ii*); obie warstwy razem tworzą łupinę nasienną. Zarys komórek, tworzących te warstwy, można rozpoznać na skrawkach stycznych. Wszystkie elementy łupiny nasiennej i owocu, o ile posiadają jeszcze światło, są wypełnione powietrzem. Do łupiny nasiennej przylega względnie gruba błyszcząca biała błona (*n*),



zawdzięczająca swoje pochodzenie zewnętrznej warstwie ośrodka woreczka zalążkowego. W błonie tej pierwotne światło komórek zaznaczone jest wąskimi, ziarnistymi, stycznymi paskami. Do tej warstwy przylega warstwa komórek bielma, znana nam już dawniej (str. 29). Komórki tej warstwy są czworokątne i zawierają aleuron; wreszcie za tą warstwą idą wewnętrzne komórki bielma, zawierające mączkę. — Zbadajmy teraz nasiennik w brózdzie, to zauważymy, że wewnątrz brózdki powiększa się znacznie masa tkanki, przylegająca do skórki; jednocześnie, postępując do wewnątrz, tkanka ta będzie złożona z komórek coraz większych.



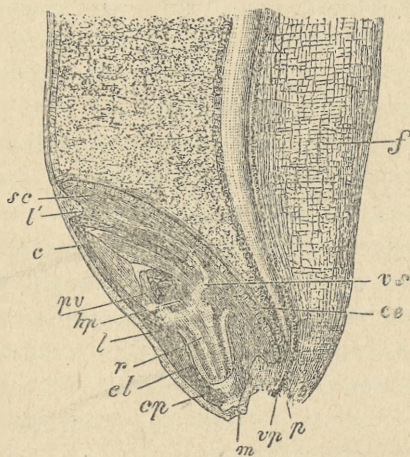
Rys. 119. *Triticum vulgare*. *A* — przekrój poprzeczny przez nasiennik i łupinę nasienną. W łupinie *ep* — skórka, *e* — warstwy graniczące ze skórką, *chl* — warstwa chlorofilowa, *sl* — komórki woreczkowate: wszystkie te warstwy należą do nasiennika, *ii* — okrywa powstała z wewnętrznej osłonki, *n* — zewnętrzna zgrubiała warstwa ośrodka woreczka zalążkowego: obie razem tworzą łupinę nasienia, *al* — warstwa aleuronowa w bielmie. Pow. 30 razy. *B* — styczny przekrój powierzchniowy. Błony rozmaitych warstw komórkowych zaznaczone jaśniejszym i ciemniejszym prążkowaniem. Z prawej strony rysunku zaznaczone są górne warstwy komórki, z lewej warstwy położone głębiej. Litery jak w *A*. Powiększone 300 razy.

W linii środkowej elementy brózdki stają się mniejsze, cienkościenne i w środku zawierają słabo rozwiniętą wiązkę przewodzącą. Nawewnątrz cienkościenna tkanka przechodzi w poprzeczną blaszkę tkanki, złożoną z komórek silniej zgrubiałych, ułożonych promienisto, których błony wydają się być szaro-brunatne, a w ługu potasowym żółto-brunatne. Łupina nasienna fałduje się z obu stron we wgłębienie brózdki. Poprzecznie jamkowana warstwa (*chl*) nasiennika przylega do łupiny nasiennej, jednakże jednocześnie nabrzmiwa i zawiera chlorofil. We wgłębieniu obu fałd tkanka, zawierająca chlorofil, powiększa się i wyka-



zuje duże przestwory powietrzne. Łupina nasienna kończy się na bokach szaro-brunatnej blaszki tkanek. Z drugiej strony zewnętrzna warstwa ośrodka woreczka zalążkowego przechodzi w poduszczykę, zbudowaną z silnie zgrubiałych jasno błyszczących komórek, okrywającą wewnętrzną powierzchnię żółto-brunatnej blaszki tkanki. Przed poduszczyką ośrodka woreczka zalążkowego brak mniej lub więcej zupełnie warstwy aleuronowej. Tkanka bielma jest jeszcze bardziej sfałdowana, niż łupina nasienna. Wyrażna granica między tkanką nasienia i nasiennika nie istnieje.—Podłużny styczny skrawek z powierzchni ziarna (rys. 119 B) poucza nas, że skórka (*ep*) i przylegająca tkanka (*e*) nasiennika składa się z komórek, wyciągniętych podłużnie, zato tkanka warstwy, posiadającej jamki (*chl*), składa się z komórek poprzecznie wydłużonych, a więc przecinających warstwy zewnętrzne pod kątem prostym. Badanie udaje się najlepiej, jeżeli skrawek taki uprzednio pozostawimy na dwie godziny w wodzie chlorału. Z łatwością możemy wówczas nastawić mikroskop na przebiegające podłużnie „komórki wydłużone” i poprzecznie przebiegające „komórki poprzeczne”, a także znajdujące się pod nimi komórki woreczkowate, odpowiadające wewnętrznej skórcie nasiennika (*sl*). W łupinie nasiennej wówczas możemy również rozpoznać narysy komórek zgniecionych (na rys. B nie zaznaczone), a dalej położoną pod tą warstwę komórek aleuronu (*al*).

Spróbujemy teraz otrzymać dokładnie środkowy przekrój podłużny przez dojrzałe ziarno żyta, do czego jednak użyjemy ziarn nie wysuszonych, ale rozmoczonych (porównaj str. 229), lub też co tylko dojrzałych. Zarodek szczególnie pięknie występuje na skrawkach badanych w alkoholu, albo potraktowanych ługiem potasowym i następnie przeniesionych do gliceryny. Najpierw badamy skrawek przy słabym powiększeniu, a do dokładniejszego badania poszczególnych części użyjemy silniejszych powiększeń. Zaczynamy od zarodka. Zarodek ułożony jest skośnie u podstawy bielma (rys. 120) i przylega doń tarczka (scutellum) (*sc*). Na przekroju podłużnym tarczka ma postać płaskiego utworu, kończącego się tak na krawędzi górnej, jak i dolnej tępym wyrostkiem.



Rys. 120. *Triticum vulgare*. Podłużny środkowy przekrój przez dolną część dojrzałego owocu. Na tym rys. na lewo u dołu zarodek z tarczka *sc*, *l'* — ząbkowaty wyrostek na tarczce, *vs* — wiązka przewodząca, *ce* — skórka, *c* — pochwa liścieniowa, *pv* — wierzchołek wzrostu w pędzie *hp* — część podliścieniowa łodygi, *l* — epiblast *r* — korzonek, *cp* — czapeczka korzonka, *cl* — pochwa korzeniowa. W *m* — miejsce wyjścia korzonka, odpowiadające okienku w zawiązka nasienia, *p* — szypułka owocu, *vp* — jej wiązka przewodząca, *f* — boczna ściana brzozy.

Pow. 14 razy.



Do tarczki w górnej połowie zarodka przylega pochwa liścieniowa (coleoptile) (*c*). Pochwa ta otacza liczne zaczątki liści, zmniejszające się do środka. Największy z tych zaczątków liściowych umieszczony jest nazewnątrz w linii środkowej. Między najmłodszymi zaczątkami liści znajduje się wierzchołek wzrostu; na tym obrazie rysuje się w postaci względnie wąskiej i ściętej (*pv*). Wierzchołek wzrostu z zaczątkami liści tworzy piórko (plumula). Piórko i liścień dźwiga część podliścieniową łodygi (*hp*) (hypocotyl). Do części podliścieniowej łodygi przylega od spodu i cokolwiek skośnie naprzód ustawiony korzonek (radicula) (*r*). Już przy słabem powiększeniu w korzonku możemy rozpoznać wewnętrzną stożkowato odgranieczoną pleromę, otoczoną periblemą i dermatogenem. Na wierzchołku periblema i dermatogen przechodzą w jedną warstwę komórek. W środku pleromy z łatwością możemy dostrzec zaczątki pierwszego naczynia i wysledzić go aż do wierzchołka pleromy. Na wierzchołku korzenia znajduje się czapeczka (*cp*) w postaci jasnej nakrywki. Cały ten zaczątek korzenia tkwi w zamkniętej pochwie (coleorrhiza) (*cl*) i oddziela się od niej wyraźnie zaznaczoną jasną linią, odpowiadającą zgrubiałym ścianom komórek dermatogenu. Ta jasna linia ginie na wierzchołku korzenia między ciałem korzenia i czapeczką. U podstawy pochwa korzeniowa przechodzi w tkankę podliścieniowej części łodygi. Na wierzchołku, otaczającym wierzchołek korzenia pochwa nabrzmiewa w wyrostek jasno zaznaczony, brodawkowatego kształtu (por. rys. 120); na górnej i zewnętrznej krawędzi, tam, gdzie pochwa przechodzi w podliścieniową część łodygi, możemy zauważyć wolno zakończony wyrostek, t. zw. epiblast (*l*). Z części podliścieniowej łodygi do tarczki przechodzi wiązka (*vs*) wydłużonych komórek; poza tem na zewnętrznej powierzchni tarczki rzucają się w oczy komórki skórki (*ce*) swem znacznem promienistym wydłużeniem. — Tarczka ma odpowiadać blaszce późniejszych liści trawy, jest więc liścieniem bez pochwy i stanowi szczytowe przedłużenie części podliścieniowej, u spodu wytwarza na niej nabrzmienie. Pochwa zarodka uważaną jest jako zamknięty jęczyzek liścienia, a epiblast jako wyrostek tarczki. Tarczka na stronie zwróconej do bielma wyróżnia się słabem sfałdowaniem swych górnych warstw, podczas kiełkowania pozostaje w nasieniu i służy jako organ ssący. Przy pobieraniu pożywienia pośredniczą walcowate komórki skórki; to pobieranie pokarmu odbywa się tak długo, dopóki nie zostaną zużyte wszystkie materiały zapasowe bielma. — Z budową łupiny nasiennej i owocu, jak również z wewnętrznymi tkankami nasienia załatwimy się bardzo szybko. Stwierdzamy, że zarodek nazewnątrz bezpośrednio przylega do łupiny nasiennej. W tem miejscu łupina owocu jest cokolwiek grubsza, jednakże luźniejsza. Pod brodawkowatym wierzchołkiem pochwy korzeniowej (coleorrhiza), t. j. w tem miejscu, gdzie podczas kiełkowania wydostaje się korzonek, łupina zredukowana jest do skórki nasiennika i do ściany nasienia i w tem miejscu posiada wgłębienie (*m*). Owoc jest przymocowany



zapomocą krótkiego ogonka (*p*) do wrzeciona kłosa. Widzimy w nim wiązkę przeprowadzającą, biegnącą do góry w sznureczku nasienia zrośniętym z nasiennikiem. Nawewnątrz od tej bardzo słabo zaznaczonej wiązki przeprowadzającej znajduje się wyraźniejsza wiązka, zbudowana z szaro-brunatnych wydłużonych, opatrzonych w jamki komórek, które widzieliśmy już na przekrojach poprzecznych. Samą wiązkę przeprowadzającą otaczają komórki bezbarwne, słabo wydłużone, o delikatnych błonach. Do wnętrza, przed wiązką żółto-brunatną, znajduje się znane już nam wielowarstwowe pasmo komórek ośrodka woreczka zalążkowego, o względnie grubych białych błonach i do tej warstwy przylega dopiero warstwa aleuronu w bielmie. Warstwa ta łatwo oddziela się od komórek ośrodka woreczka zalążkowego tak, że w tem miejscu nasienie bardzo często posiada przestwór powietrzny. Bielmo od zarodka nie jest oddzielone warstwą aleuronu, ale względnie grubą błoną z napęczniałych ścian komórkowych, pochodzących z komórek bielma, które przez powiększający się zarodek zostały wyciśnięte i zgniecione. Również skrawki poprowadzone dokładnie w linii środkowej o nieznaczonej grubości, zazwyczaj zawierają ścianę boczną brzozy grzbietowej (*f*) i na niej możemy więc obejrzeć nasiennik z powierzchni. Przedewszystkiem możemy tutaj zauważyć krzyżowanie się wydłużonych komórek skórki i poprzecznie ustawionej warstwy wewnętrznej. Na szczycie owocu komórki skórki wyrastają w długie, jednokomórkowe szczecinki, zgrubiałe aż do zaniknięcia światła; tworzą one szczytową poduszczkę owocu.

Do uzupełnienia obrazu potrzeba nam jeszcze przekroi poprzecznych przez część owocu, zawierającą zarodek. Ponieważ zarodek skośnie przylega do bielma, dlatego też podczas krajania musimy owoc trzymać w odpowiedni sposób. Znacznie lepiej jest rozpoczynać od przygotowania skrawków poprzecznych, od zakończenia korzonka, jednakże, o ile dojdziemy do podstawy liścienia, górna część pochwy zarodka wypada ze skrawków. Brakujące skrawki uzupełniamy skrawkami w przeciwnym kierunku z innego owocu. Aby można było krajać w przeciwnym kierunku, najlepiej nadziejemy dany owoc na ostrze cienkiego lancetu. Wskazanem jest badanie otrzymanych skrawków w kwasie karbolowym, albo też w wodzie chlorału. Podczas obserwacji posuwamy się od korzonka w kierunku piórka. Pierwszy skrawek przez zarodek trafił w wierzchołek pochwy korzeniowej. Na drugim skrawku zobaczymy wierzchołek korzonka wewnątrz pochwy korzeniowej. Pochwa korzeniowa z jednej strony przylega do zatokowato wgłębionej tarczki. Tkanka pochwy korzeniowej odróżnia się od tkanki korzonka, jak również od tkanki tarczki przestworami międzykomórkowymi, zawierającymi powietrze. Na następnych skrawkach możemy obejrzeć zaczątek środkowego naczynia w korzonku; zaczyna się tutaj wyróżniać kora wewnętrzna swymi przestworami międzykomórkowymi, zawierającymi powietrze od kory zewnętrznej, pozbawionej powietrza. Jeżeli pójdziemy bardziej w górę, to zmia-



ny, jakie następują w tkance wewnętrznej, wskazują nam, że przechodzimy w podliścieniową część łodygi. Z obu stron z podstawy części podliścieniowej wychodzą zaczątki korzeni bocznych. Zwracają swe wierzchołki skośnie nazewnątrz i wypychają tak dalece pochwę korzeniową, iż dotykają swemi wierzchołkami prawie do łupiny nasiennej. Bezpośrednio nad temi korzeniami bocznymi, mało różniącymi się w swym rozwoju od korzenia głównego, znajdują się dwa inne młodsze, poza tem tak samo skierowane korzenie boczne. Ta górna para korzeni we wszystkich kierunkach równomiernie zamknięta jest w tkance pochwy korzeniowej. Te same skrawki, przecinające wyżej wspomnianą parę korzeni, dają nam możliwość obejrzenia epiblastu na zewnętrznej stronie zarodka. Na jeszcze wyżej poprowadzonym skrawku możemy zauważyć podstawę pochwy zarodka, otaczającej łodyżkę, zamkniętą ze wszystkich stron i która z jednej strony zlewa się z tarczka, zresztą jest wolna. W części podliścieniowej bardzo wyraźnie występują wiązki procambium, z których pojedyncze zawierają już zróżnicowane cewki pierścieniowate. Wiązka procambium w linii środkowej przechodzi do tarczki i przy swoim wyjściu wydziela gałęzie boczne do pochwy zarodka. Następny skrawek poprzeczny uwidocznia wierzchołek wzrostu i trzy zaczątki liści. Pierwszy liść ustawiony jest w linii środkowej nazewnątrz, leży więc naprzeciw zarodka, dalsze zaczątki liścia idą w ten sam sposób naprzemianlegle. Liście obejmują łodygę. Najstarszy liść posiada liczne dobrze zróżnicowane wiązki procambium i odpowiadające im wewnętrzne żeberka. Przeciwnie, pochwa liścieniowa zawiera tylko dwa rozgałęzienia wiązek, jakie otrzymała i które ustawiły się bocznie. Dalej, do góry pochwa zarodka jest oddzielona od epiblastu. Jama, znajdująca się wewnątrz pochwy, zwęża się coraz bardziej ku górze; aż do końca jednak pochwa ta jest całkowicie zamknięta i nie pozostawia brózdy, wychodzącej nazewnątrz. Brózda ta mianowicie zarasta bardzo wczesnie w ciągu rozwoju zarodka. Podczas kiełkowania pochwa na swym wierzchołku ulega rozerwaniu przez piórko (plumula). W górnej swej części tarczka na swych brzegach posiada ząbkowaty wyrostek, przylegający do pochwy.—Po takim zorjentowaniu się rozpatrzmy z zewnątrz przyczepiony do ziarna zarodek, a już teraz stwierdzimy, że można na nim dostrzec oprócz korzonka, także oba dolne silniejsze korzenie boczne, jako wyrostki. Oba te korzenie boczne połączone są uwypukloną nazewnątrz nabrzmiałością. Styczne podłużne przekroje, jakie wykonano przez zarodek, postępując od zewnątrz do wewnątrz, pozwalają nam stwierdzić, że łukowato wystająca między oba korzenie boczne nabrzmiałość jest epiblastem. Aby ten epiblast dobrze obejrzeć, trzeba, co się zresztą bardzo łatwo udaje, przed wykonaniem odpowiedniego najbardziej zewnętrznego skrawka usunąć łupinę. Następujące po tem skrawki są ciekawe pod tym względem, że jednocześnie można na nich obejrzeć korzonek i zaczątki obu bocznych korzeni. Przytem z łatwością możemy zbadać miejsce osadzenia obu ostatnich



korzeni. Na tym przekroju wierzchołek wzrostu łodyżki wydaje się być szerszym i mniej ściętym.

Aby uzyskać wgląd w budowę łupiny, okrywającej nasienie, musimy zapoznać się z jej historją rozwoju. W kwiecie zalążnia przedstawia się w postaci odwrotnie stożkowatego utworu, rozszerzającego się ku swemu wierzchołkowi i tępo zakończonego. Ten tępy wierzchołek jest pokryty szczeinkami i pośrodku dźwiga bocznie skierowane rozchodzące się szyjki. Te ostatnie są piórkowato rozgałęzione odpowiednio do wymagań stawianych przez zapylenie, uskuteczniane zapomocą wiatru. Na delikatnych gałązkach bocznych, wyrastających z coraz młodszych szyjek i które możemy nazwać gałązkami znamion, każda pojedyncza komórka wyrasta z boku w wolny koniec, co odpowiednim gałązkom znamion nadaje wygląd ząbkowany. W starszych kwiatach na gałązkach znamion możemy zauważyć ziarna pyłkowe, przyłączone do nich w większej ilości; poprzez jeden okrągły kraterowatego kształtu otwór w exinie, ziarna pyłkowe wysunęły łagiewkę pyłkową. Łagiewka pyłkowa przylega do komórki znamienia, wystającej ząbkowato, przenika u jej podstawy do gałązki znamienia i rośnie tam między komórkami znamienia na dół w kierunku komory zalążni. Wewnątrz zalążni łagiewka pyłkowa prędko dochodzi do tkanki powierzchni zewnętrznych osłonek związku nasienia szybko ulegających dezorganizacji. — Podłużna bródka środkowa na zewnętrznej stronie zalążni uważana jest za szew dwóch owocolistków bocznych, tworzących zalążnię, dwóch, jakie pozostały z trzech pierwotnych owocolistków<sup>1)</sup>; bródka ta początkowo posiada nieznaczną głębokość. Jak to możemy stwierdzić na środkowych podłużnych skrawkach, załazek opatrzony dwoma osłonkami, odwrócony, cokolwiek zakrzywiony, wypełnia w całości komorę zalążni. Sznureczek załazka zrosnięty jest ze ścianą zalążni na szwie brzuszny. A więc, miejsce zrosnięcia odpowiada zewnętrznej brózdzie. Słabo wykształcona wiązka przeprowadzająca, jaka się tutaj znajduje, należy do załazka. Na przekrojach poprzecznych możemy dostrzec jeszcze dwie słabo rozwinięte wiązki przeprowadzające, należące do obu owocolistków, które przechodzą w miękiszu ściany zalążni i przechodzą do obu szyjek. Na podłużnych, względnie poprzecznych przekrojach, wykonanych przez załazek owocu w kolejno po sobie następujących stadjach rozwojowych, możemy zauważyć szybkie powiększanie się woreczka załazkowego po zapłodnieniu. Na skrawkach tych jednocześnie występuje powiększający się załazek. Ośrodek woreczka załazkowego zostaje zredukowany do zewnętrznej warstwy komórek. Jednocześnie woreczek załazkowy wypełnia bielmo, w którym wyróżnia się swą zawartością najbardziej zewnętrzną warstwą, wykształcającą się później jako warstwa aleuronowa. Zewnętrzna osłonka, podobnie jak i wewnętrzna złożona z dwóch warstw, wkrót-

<sup>1)</sup> Por. J. Schuster. Tom C. 1910. S. 216.



ce ulega pochłonięciu. Przed pochłonięciem jest ona utworzona z delikatnych, podłużnie wyciągniętych komórek; z samego początku osłonka nie daje się zbyt łatwo wykryć. Jednocześnie wewnętrzna skórka ściany załąźni utworzona z delikatnych bezbarwnych komórek zanika i pozostają z niej nieznaczne resztki. Przeciwnie zaś, pozostaje przylegająca do tej skórki wyraźnie zaznaczona warstwa komórek, zawierających chlorofil. Jest to właśnie ta warstwa komórek, którą w dojrzałym stanie odnajdujemy, jako warstwę poprzeczną, wyciągniętą, zaopatrzoną jamkami przebiegającymi promienisto, szparkowatego kształtu. Cała tkanina, znajdująca się między tą warstwą chlorofilową a zewnętrznymi warstwami ścian załąźni, luźna, miękkiszowa zostaje wyrugowana i częściowo pochłonięta; a więc w dojrzałym stanie ze ścian załąźni pozostają tylko ślady wewnętrznej skórki, wewnętrzna warstwa chlorofilowa, zewnętrzna skórka i pojedyncze warstwy komórek, przylegające do niej. Na skrawkach ze średnich stadiów rozwojowych warstwa chlorofilowa oddziela się bardzo łatwo od przylegających do niej od zewnątrz tkanek, podlegających rezorbcji; wywołuje to wrażenie, jakby warstwa chlorofilowa należała do łupiny nasiennej. Łupina nasienna składa się z obu warstw komórkowych wewnętrznej osłonki i zgrubiałych komórek, aż do zaniknięcia zewnętrznej warstwy ośrodka woreczka załążkowego. Przytem te komórki z ośrodka woreczka załążkowego grubieją tylko na ścianach zewnętrznych i wewnętrznych, a nie na bocznych, pozostających aż do końca cienkimi, wreszcie nie dającymi się odróżnić.—Wzrost podłużny załąźni przy przekształcaniu się w owoc jest bardzo znaczny tak, że owoc posiada wysokość 8 razy większą od wysokości załąźni: wzrost z 1 mm do 8 mm. Przeciwnie zaś, wzrost na szerokość jest nieznaczny i dochodzi od 1—1½ mm. Gdy ziarno osiąga swą ostateczną wielkość, staje się intensywnie zielone; to zielone zabarwienie zostaje spowodowane rozpuszczeniem środkowej tkanki ściany załąźni i następujące potem przysuszenie się warstwy chlorofilowej do warstw zewnętrznych. Przytem ziarna chlorofilowe w warstwie chlorofilowej dezorganizują się i ziarno nabiera żółtego zabarwienia, a to wskutek żółtego zabarwienia ścian skórki i silnie zgrubiałych przylegających do niej warstw zewnętrznych.

Jak to bardzo często rolnik na swą niekorzyść musi stwierdzić, dojrzałe ziarno pszenicy kiełkuje bardzo łatwo; właściwość tę wykorzystamy, aby obejrzeć pierwsze okresy kiełkowania. Aby je otrzymać, wystarczy umieścić dojrzałe ziarna w wilgotnych trocinach, albo też dojrzałe kłosa dolną stroną umieścić na kilka dni w naczyniu z wodą. Łupina ziarna najpierw ulega rozerwaniu w miejscu najsłabszym, odpowiadającym okienku załążka (rys. 120 m). Następnie pochwa korzeniowa uwypukla się i z jej wierzchołka wkrótce wychodzi (radicula) korzonek, wydłużający się szybko. Pochwa korzeniowa okrywa korzonek u podstawy, jako pochwa. W górę od tego miejsca występują następnie korzenie boczne dolnej pary, otoczone również u podstawy swemi po-

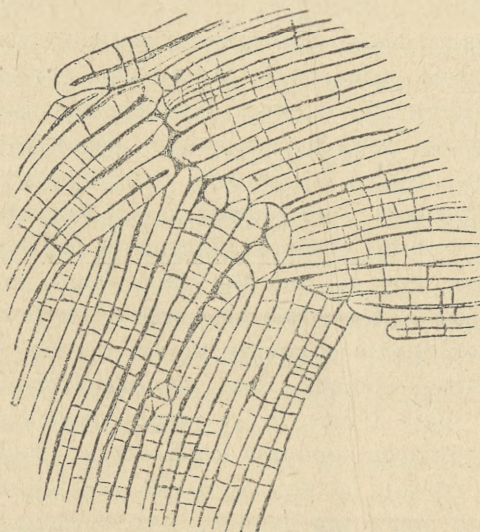


chwami korzeniowemi, wydłużającemi się z początku. Zarodek nabrzmiewa bardzo znacznie i mniej lub więcej zupełnie rozrywa pokrywającą go łupinę. Jeżeli tę łupinę oderwiemy, wówczas przy pomocy lupy, między podstawami obu bocznych korzeni możemy dojrzeć epiblast. Pochwa załączka wydłuża się i przyjmuje zielonkawe zabarwienie. Z chwilą, kiedy mniej więcej osiągnie 50-krotną długość początkowej długości, na swym wierzchołku zostaje przerwana przez pierwszy liść mocno zielony. Znacznie później wydostaje się nazewnątrz druga górna para korzeni bocznych. W pobliżu zaczątków korzeni bocznych zostaje zachowany początkowy odstęp organów, co wskazuje, że hypokotyl nie ulega znacznieszemu wzrostowi podłużnemu. Wkrótce korzenie boczne dopędzają w swym rozwoju korzeń główny; a więc korzeń główny nie jest wykształcony nawet w okresie kiełkowania. Z kiełka, który wypuścił wszystkie swoje zaczątki korzeniowe, odcinamy części wyrośnięte i następnie wykonywamy środkowy podłużny skrawek przez owoc. Z łatwością stwierdzamy, że wierzchołek wzrostu znajduje się w swem dawniejszem położeniu i wytworzył tylko pewną ilość nowych zawiązków liściowych. Tarczka wogóle nie powiększyła się, raczej jej „skórka cylindryczna”. Komórki te wydłużyły się jeszcze bardziej i na bokach mniej lub więcej zupełnie odosobniły tak, że przypominają włoski. Posiadają one bogatą treść protoplazmatyczną. Potem, gdy się zaczęło kiełkowanie, możemy stwierdzić także obecność mączki, której tam przedtem nie było.— Bardzo ciekawe będzie dla nas przeniesienie odrobiny tkanki bielma do wody i zbadanie pod silniejszym powiększeniem. Poza nieuszkodzonymi ziarnami mączki możemy zauważyć takie ziarna, które uległy uszkodzeniu pod działaniem diastazy, występującem podczas kiełkowania. Tego rodzaju ziarna uległy szczególnego rodzaju przemianom. W niektórych miejscach są jeszcze białe, posiadają pierwotną grubość bez wyraźnego uwarstwienia, w innych miejscach są przezroczyste wyraźnie uwarstwione, a warstwy koncentryczne poprzerywane mniej lub więcej promiennymi paskami. Liczne ziarna wyglądają tak, jakby były pogryzione przez robaki. Wreszcie ziarna takie ulegają zupełnemu rozpuszczeniu.

Gdy na przykładzie ziarna pszenicy poznaliśmy suchą niełupkę, jabłko (*Pirus Malus*), którego budowę zbadamy teraz, jest owocem mięsistym, niepekającym. Powstaje on z dolnej załączni pięciokomorowej, utworzonej z pięciu owocolistków. Ze względu na stosunki, jakie znajdujemy u blisko spokrewnionych róż, można przyjąć, że tutaj pięciokomorowa załącznia zagłębiona jest w wydrążonej części łodygi, t. zw. *hypanthium* i jest z nią zrośnięta; pogląd ten daje się uzasadnić zresztą tylko na drodze filogenetycznej. Jabłko na wierzchołku posiada 5 płatków kielicha mniej lub więcej zamarłych, a także zeschnięte resztki innych części kwiatu. Oglądając z powierzchni, możemy zauważyć, że skórka w jabłku zbudowana jest ze względnie małych wielokątnych komórek, z których ugrupowania można rozpoznać ich kolejność rozwoju. Ściany komórek są względnie silnie zgrubiałe, sok komórkowy bądź bezbarwny,



albo zabarwiony na różowo. Powierzchnia skórki pokryta jest drobnoziarnistą warstwą wosku. Środek małych brodawek, jakie przy pomocy lupy na powierzchni jabłka możemy zobaczyć, zajęty jest przez szparkę oddechową. Bardzo często tkanka pod taką szparką oddechową zamarła, względnie w tem miejscu również i skórka uległa rozerwaniu, a ranę zasklepił korek. Jak to możemy się przekonać, na skrawkach poprzecznych na stronie zewnętrznej skórka jest silnie zgrubiała. Pod skórką znajduje się wiele warstw komórek stycznie wydłużonych, względnie zgrubiałych, które do wnętrza stają się coraz większe, o błonach bardziej cieńszych, jednocześnie zawierają chlorofil. A więc niema wyraźnej granicy między obowocnią i śródowocnią. Ziarna chlorofilowe są gęsto wypełnione mączką; barwa tych ziarn zanika do wnętrza jabłka, jednocześnie stają się



Rys. 121. Jabłko. Włókna sklerenchematyczne woceni. Pow. 220 razy.

mniej liczne. Wreszcie w pewnej głębokości wielkie blaszkowato nabrzmiałe komórki śródowocni posiadają tylko delikatną plazmatyczną warstwę ścienną, jądro i głównie bezbarwny sok komórkowy. Przestrzenie komórkowe wypełniają się tam powietrzem, w tkance rozrzucone są wiązki przewodzące. Z reguły 10 tych wiązek przewodzących jest silnie rozwiniętych; wypuszczają one słabsze rozgałęzienia boczne. Pięć komór wysłane są gładką twardą błoną woceni (endocarpium). Składa się ona z licznych warstw włókien sklerenchematycznych, zgrubiałych

aż do zaniknięcia światła; warstwy zgrubienia tych włókien są przedziurawione delikatnymi jamkami. Na skrawkach z powierzchni (rys. 121) możemy stwierdzić, że przebieg włókien sklerenchematycznych w rozmaitych warstwach jest nieprawidłowo skośny, bardzo często wygięty, w rozmaitych warstwach nachylony w odwrotnym kierunku. Bardzo często 5 komór rozchodzi się w środku, tworząc środkowy przewód, do którego wówczas otwierają się poszczególne komory. Na dnie każdej komory znajdują się dwa załączki, z których albo oba przekształcają się w nasiona, albo też jeden z nich rozwija się dalej, albo oba nie wykształcają się wcale.—Nasienie jest prawie w całości wypełnione zarodkiem i okryte grubą brunatną łupiną nasienną. Na poprzecznych przekrojach możemy stwierdzić, że łupina ta posiada skórkę, której komórki na zewnątrz są silnie zgrubiałe, w zewnętrznych warstwach bezbarwne i silnie napęczniałe, w wewnętrznych brunatno zabarwione i nie pęczniejące.

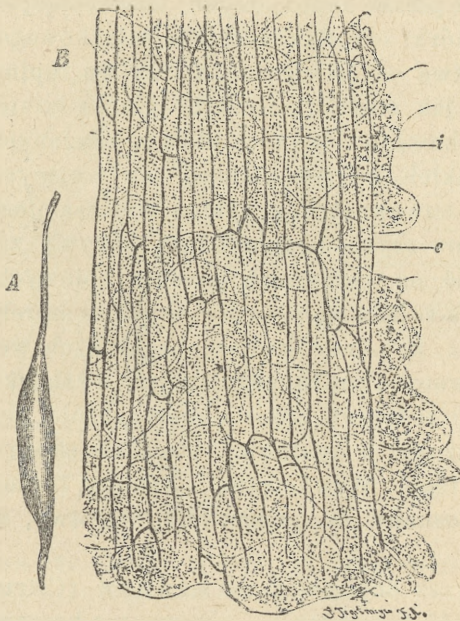


W skrawkach zanurzonych w wodzie warstwy pęczniejące, powiększając swą objętość, wkońcu przerywają naskórek i brodawkowato uwypuklają się nazewnątrz. Wskutek tego, wilgotne ziarno staje się śliskie. Tkanka silnie rozwinięta, znajdująca się pod skórką, jak to można stwierdzić na przekrojach poprzecznych, utworzona jest z wielokątnych komórek, zaostrzonych w kątach, względnie silnie zgrubiałych i brunatnawych; za tą warstwą idzie 3 razy cieńsza warstwa, złożona z komórek stycznie wydłużonych, również zbrunatniałych, jednakże nie tak silnie zgrubiałych. Komórki te graniczą z biało błyszczącą grubą błoną. Powstaje ona z silnie zgrubiałych błon zewnętrznych, najbardziej zewnętrznej warstwy ośrodka woreczka zalążkowego, reszta zaś łupiny nasiennej powstaje z zewnętrznej osłonki zalążka. Z wewnętrznej osłonki zalążka pozostała jeszcze tylko jedna warstwa komórek płasko zgniecionych, zawierających liczne ziarna mączki. Również i komórki ośrodka woreczka zalążkowego, których zewnętrzna zgrubiała warstwa właściwie nie należy do łupiny nasiennej, są przeważnie zgniecione, jak zresztą pozostałe jeszcze istniejące komórki ośrodka woreczka zalążkowego. Za tą warstwą zgniecionych warstw tkanki następuje kilka cienkich warstw bielma, zawierających bardzo dużo mączki i do których nawewnątrz przylega większa ilość zgniecionych komórek bielma, stanowiących bezpośrednią okrywę zarodka. — Jak to możemy stwierdzić na skrawkach powierzchniowych, skórka bocznych powierzchni nasienia składa się z wydłużonych komórek, a z okolic podsadki i jej okienka z komórek krótszych, których wewnętrzne warstwy zgrubienia są porowate. Tkanka, przylegająca do skórki, która na przekrojach poprzecznych przedstawia się izodiametrycznie, jest teraz wyciągnięta w kierunku podłużnym i opatrzona jamkami skośnie wznoszącymi się, kształtu szparkowatego. Wewnętrzne elementy łupiny nasiennej, stycznie wydłużone w stosunku do poprzedniej warstwy, są ustawione pod kątem prostym.

Na przekrojach poprzecznych przez dojrzałą pomarańczę (*Citrus vulgaris*) dostrzegamy nazewnątrz część zwaną łupiną, a wewnątrz komory wypełnione pomarańczowo-czerwonem mięsem; ilość tych komór jest nieokreślona i waha się między 6 a 12. Na bokach komory są oddzielone cienkimi przegrodami, schodzącymi się w środku, w specjalnym utworze z tkanki. Jeżeli chcemy do tej budowy zastosować przyjęte nazwy dla części owocu, to łupina zewnętrzna będzie odpowiadała obowocni, pomarańczowo-czerwone mięso — śródowocni, wewnętrzny słup tkanki i przegrody — wowocni. — Przejdźmy teraz do mikroskopowego zbadania poszczególnych części. Na delikatnych przekrojach przez łupinę, nazewnątrz widzimy drobnokomórkową skórkę, za którą do wnętrza idzie tkanka, której komórki stają się coraz większe. Skórka, podobnie jak i przylegająca do niej tkanka, zawierają czerwono-pomarańczowe chromatofory, zanikające stopniowo do wnętrza. Występują tutaj między komórkami przestwory międzykomórkowe, wypełnione powietrzem, które powoli stają się coraz większe, przyczem tkanka nabiera charakteru



luźnej tkanki gąbczastej, której elementy wydłużone są w kierunku stycznym. W łupinie znajdują się wiązki przewodzące, które na przekroju poprzecznym widać w ich podłużnym przebiegu; rozgałęziają się one ku obwodowi. Do skórki przylegają wielkie zbiorniki olejków eterycznych, widzialne gołym okiem. Posiadają one budowę znaną nam już u ruty (str. 119); wewnątrz są wysłane delikatnymi komórkami. — Na owocu, rozpatrywanym z zewnątrz makroskopowo, zbiorniki z olejkiem występują w postaci ciemniejszych punktów, gdy oddzielająca je tkanka występuje jako jaśniejsza siatka. Delikatny skrawek powierzchniowy z zewnętrznej strony uwidoczni nam najpierw małe wielokątne komórki skórki. Komórki, znajdujące się nad zbiornikami olejku, wyróżniają się brakiem pomarańczowo-czerwonych chromatoforów; zamiast nich



Rys. 122. Pomarańcz. A — maczugowaty worek. Pow. 2 razy. B, e — powierzchnia takiego worka, i — jego tkanka wewnętrzna. Pow. 110 razy.

zawierają bezbarwne kuleczki rozmaitej wielkości. W skórcie spotykają się szparki oddechowe, pozbawione protoplazmy, zamknięte do wnętrza. Skrawki, poprowadzone cokolwiek głębiej, dostarczą nam pouczających obrazów ze zbiorników olejku i zakończeń wiązek przewodzących, znajdujących się między nimi. Wreszcie na skrawkach, poprowadzonych jeszcze głębiej, znajdziemy gąbczastą tkankę, utworzoną z woreczkowato rozciągniętych komórek. W zetknięciu z komorami, komórki łupiny są jeszcze dłuższe, włókniste, częściowo są silnie zgrubiałe, i wówczas zaopatrzone wąskimi, skośnie wznoszącymi się jamkami. Podobnie zbudowane są również przegrody, rozdzielające komory. Wewnątrz tkanka ich jest gąbczasta, naze-

wnątrz włóknista, częściowo zgrubiała. Elementy gąbczaste, znajdujące się na zewnętrznej warstwie komór, jak również wewnątrz przegród bardzo łatwo dają się oddzielić. Przeciwnie, elementy włókniste są ściśle ze sobą złączone. Najlepiej można je badać na obrazach z powierzchni. Wówczas w zwykły sposób oddzielamy zawartość komór; przyczem rozrywa się tkanka gąbczasta, okrywająca komory, pozostaje natomiast warstwa włóknista w postaci delikatnej białej powłoki dookoła mięsa owocu. Jeżeli teraz taką powłokę rozciągniemy i rozpatrzemy przy silniejszym powiększeniu, to stwierdzimy, że zbudowana jest ona z licznych warstw, przebiegających równoległe do powierzchni komory i poprzecznie do jej osi podłużnej. Mię-



dzy niezgrubiałymi włóknami rozrzucone są podobnego kształtu włókna zgrubiałe i posiadające jamki. — Mięso owocu składa się z woreczków maczugowatego kształtu (rys. 122 A), na których już makroskopowo można stwierdzić, że wychodzą one z zewnętrznej strony komory. Są do niej przyczepione wąską podstawą i ściśle przylegając do siebie, wypełniają komorę; będą one tem dłuższe, im głębiej sięgają w komorę: przebieg ich jest promienisty, poprzecznie skierowany do osi podłużnej komory. Każda pojedyncza z tych maczug otoczona jest na powierzchni warstwą komórek, ściśle połączonych i wydłużonych. Wnętrze maczug jest jednak wypełnione bardzo dużymi, wielokątnymi, cienkościennymi soczystemi komórkami (*B, i*), zawierającymi chromatofory, kształtu wrzecionowatego, bardzo wąskie, zabarwione na pomarańczowo. — Środkowy słup tkanki, z którym stykają się przegrody, utworzony jest z tego samego miękiszu gąbczastego, co wewnętrzne części łupiny. — Przy „dzieleniu” pomarańczy, jak widzieliśmy, treść komór oddzielamy razem z otaczającą je warstwą włóknistą, oddzielającą się łatwo od miękiszu gąbczastego. Tę warstwę włóknistą bardzo łatwo można oddzielić z boków każdego odcinka pomarańczy, trudniej natomiast z powierzchni zewnętrznej, ponieważ tam woreczki z mięsa owocu łączą się z warstwą włóknistą. — W mięsie owocu znajdują się nasiona w ilości, nie dającej się określić. Nasiona zajmują wewnętrzną krawędź odcinków, zwracając swe miejsce przyczepienia do wewnątrz. Przy rozdzielaniu odcinków, nasiona odrywają się od łożyska; zresztą przeważnie i pozostałe części słupa tkanki razem z łożyskiem trzymają się wewnętrznej krawędzi odcinków.

## ROZDZIAŁ XXXII.

Podział jądra i komórki. Utrwalanie treści komórkowej. Mikrotomy. Naklejanie i barwienie skrawków. Połączenie protoplastów.

### Materiał do badań:

Latem, wzgl. zimą: pąki kwiatowe *Tradescantia virginica*, albo innego gatunku *Tradescantia*, świeże. — 2–4-dniowe kielki z *Vicia Faba*, świeże. — Pąki kwiatowe z *Fritillaria*, albo *Lilium*, albo *Alstroemeria* lub innej liljowatej z dużymi komórkami macierzystymi pyłku, świeże, względnie odpowiednio utrwalone. — Gałązki z *Viscum album*, wzgl. z gatunku *Abies*, świeże. — Nasiona z *Phytelephas macrocarpa*.

### Odczynniki. Barwniki:

Bezwzględnie potrzebne są: 3% roztwór cukru, zieleń metylowa, kwas octowy, 20% kwas siarczany, roztwór jodu w jodku potasu, pyoktjanina, safranina. — Co się tyczy innych odczynników, to najlepiej porównać z tekstem.

Częściami rośliny, na których można badać bezpośrednio podział jądra i komórki, będą włoski z pręcików *Tradescantia virginica*, albo



innego spokrewnionego z nią gatunku, jak np. *Tradescantia zebrina*, którą, zwłaszcza zimą, należy wziąć pod uwagę. Roślina ta w cieplarniach daje się łatwo pobudzić do kwitnienia. Włoski te są nam już znane (str. 34), jednakże teraz musimy je badać w okresie, gdy nie są jeszcze wyrosnięte, a komórki ich dzielą się intensywnie. W tym celu wybieramy pąki kwiatowe, których długość bez szypułki wynosi 5—6 mm. Otwieramy takie kwiaty i delikatnymi szczypcami odrywamy woreczki pylnikowe od nitek. Następnie skalpelem wykonywamy cięcie poprzeczne, poniżej nasady załązki i nitek pyłkowych i wyjmujemy je razem z pąka kwiatowego. Umieszczamy je w kropli 3% roztworu cukru i pod mikroskopem preparacyjnym przy pomocy igielki oddzielamy poszczególne nitki pręcików. Następnie z preparatu usuwamy załąznię i dno kwiatowe. Badanie przeprowadzamy albo bezpośrednio na szkiełku przedmiotowym, albo w zawieszonej kropli na szkiełku przykrywkowym w wilgotnej komorze (str. 166). W ostatnim wypadku możemy zachować włoski pół dnia, a nawet dłużej, w stanie zdolnym do rozwoju; wówczas jednak włoski, położone głębiej w kropli, stają się niedostępne dla badania mikroskopowego. Należy przedewszystkiem zwracać na to uwagę, żeby kropla była płasko rozpostarta.

Jądro w stanie spoczynku jest delikatnie kropkowane (rys. 123 1, dolna komórka); jeżeli jednak będziemy go rozpatrywali przy silniejszym powiększeniu, a także w tych komórkach, które cokolwiek ucierpiały pod działaniem otaczającego płynu, to stwierdzimy, że zawiera on małe ziarenka, nie odosobnione, ale raczej gęsto ustawione obok siebie, zanurzone w delikatnym rusztowaniu. Całe jądro jest rusztowaniem, otoczonem delikatną warstwą protoplazmy. W tem rusztowaniu można wyróżnić ciała jądrowe rozmaitej wielkości. Warstwa protoplazmy, otaczająca jądro (ściana jądra), łączy się sznurami protoplazmy z protoplazmatyczną warstwą ścienną komórki. Cała ta protoplazma, oprócz ledwo dających się wyróżnić mikrozmów, zawiera jeszcze silniej załamujące światło ziarenka, będące leukoplastami. Jądro, mające się dzielić, powiększa się i z delikatnego rusztowania jądra wyodrębnia się powoli gruboziarnista nić. Następnie jądro zaczyna się wyciągać wzdłuż i skręty nitki ustawiają się w skośnym kierunku, równoległe do siebie (rys. 123, 2). Jednocześnie protoplazma komórki zbiera się na obu biegunach jądra. Wszystkie powyżej opisane zmiany można obserwować na jednej i tej samej komórce, jednakże zabiera to bardzo wiele czasu. Następnie ziarna w nitce stają się niewyraźne. Nitka nabiera powoli wyglądu jednorodnego i skręty swoje ustawia w pewien sposób, których pojedynczo nie można wyśledzić; jednocześnie zanika ściana jądra. Z pewnością możemy po pewnym czasie znowu stwierdzić, że nitka jądrowa rozpadła się na pojedyncze segmenty, albo chromozomy i że te oddzielają się od siebie, aby w taki sposób dać wyraźnie obraz (3), na którym chromozomy te występują, jako proste pałeczki mniej lub więcej jednakowej długości,



rozdzielone na dwie grupy i swemi zakończeniami stykające się nawzajem na równiku. Bardzo często chromozomy takie są na zakończeniach biegunowych haczykowato zakrzywione. Od chwili, w której treść jądra stała się gruboziarnistą (2), aż do tego stanu upłynęła mniej więcej jedna godzina. Chromozomy wyglądają prawie jednorodnie, jednakże przy pomocy silniejszych powiększeń, można na ich powierzchni wyróżnić nieznaczne zwiężenia, wskazujące na budowę z odcinków ułożonych szeregiem, krążkowatego kształtu. Rozporządzając ograniczonym czasem, wy-



Rys. 123. *Tradescantia virginica*. Podział w komórkach z włosków precinkowych. Rys. 1—w dolnej komórce jądro w spoczynku i górnej dopiero co podzielonej. Rys. 2 — jądro z gruboziarnistym skośnym prążkowaniem. Rys. 3—11 — kolejne stadja podziału, obserwowane w tej samej komórce, 3—o godz. 10 m. 10, 4—godz. 10 m. 20, 5—godz. 10 m. 25, 6—10 godz. 30 m., 7—10 godz. 35 m., 8—10 godz. 40 m., 9—10 godz. 50 m., 10—11 godz. 10 m., 11—11 godz. 30 m. Pow. 540 razy.

bieramy sobie do dłuższego badania stadja, następujące dopiero po stadium powyżej opisanem. W następnych minutach należy oczekiwać dalszego rozdzielenia się obu połów jądra; przebiega ono tak szybko, że można go bezpośrednio obserwować. Obie połowy jądra odchodzą od siebie w kierunku podłużnym (4). W 5 minut później oddaliły się od siebie o dość znaczną odległość. Nie zawsze jednak wszystkie chromozomy pochodne oddzielają się od siebie jednocześnie; niektóre początkowo są z sobą złączone i dopiero później posuwają się za innymi. Chromozomy



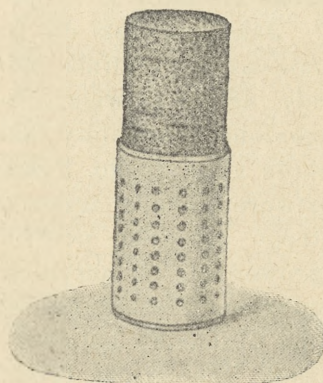
poходne zaginają się w kierunku bieguna, stają się cokolwiek krótsze i odpowiednio grubsze (5). Między obu połówkami jądra pozostaje jasno-szklista substancja, która następnie wyraźnie powiększa się (5 i 6). W tej jasno-szklistej środkowej masie nie można wyróżnić delikatnej struktury, choć w rzeczywistości jest ona rozróżnicowana na nitki. Przyjmuje ona powoli kształt beczułkowaty. Po upływie 25 — 30 minut od rozpoczęcia się rozdziału połówek jądra w płaszczyźnie równikowej centralnej masy występują ciemne punkty, ustawione obok siebie szeregiem. Tworzą one t. zw. blaszkę komórkową. W następnym momencie punkty te zlewają się z sobą i tworzą wyraźnie zaznaczoną ciemną linię, będącą warstwą błony, rozdzielającą obie komórki pochodne. Następnie wewnątrz tej powstaje młoda przegroda, utworzona z celulozy. Jeżeli środkowe beczułkowatego kształtu ciało plazmatyczne było tak szerokie, że zajmuje ono cały przekrój poprzeczny komórki, to wówczas stwierdzamy, że powstająca przegroda natychmiast ze wszystkich stron przylega do ścian komórki macierzystej. Jeżeli zaś ciało protoplazmatyczne nie wypełnia całego przekroju, a przylega tylko z jednej strony ścian komórki macierzystej, wówczas po dokonaniem utworzeniu młodej przegrody, możemy stwierdzić, że w odpowiednich miejscach porusza się ono wewnątrz ciała komórkowego, aby powoli we wszystkich kierunkach zetknąć się ze ścianą komórki macierzystej i uzupełnić brakujące jeszcze części przegrody (7, 9). W tym czasie chromozomy w związkach jąder pochodnych zaginają do wnętrza swe zakończenia równikowe (7, 8). Chromozomy skupiają się aż do wzajemnego zetknięcia i całość oddziela się od otoczenia błoną jądrową. Następnie chromozomy stają się znowu drobnoziarniste (9 i 1 w górnej komórce), w spozywającym jądrze powstaje znowu delikatne drobnoziarniste rusztowanie (10 i 11), będące punktem wyjścia naszego badania. Jednocześnie oba jądra pochodne powiększyły się, przesuając się jednocześnie bliżej do nowowytworzonej przegrody.—Mniej więcej w 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> godz. po zaczęciu rozchodzenia się chromozomów, powstawanie jąder pochodnych zostaje ukończone i można w nich dostrzec ciała jądrowe. Aby przeprowadzić dokładne badania podziału jądra, musimy się zwrócić do dobrze utrwalonych części roślin, rozłożonych na możliwie delikatne serje skrawków, odpowiednio zabarwionych i poza tem traktowanych według wszelkich zasad, jakich wymaga nowoczesna technika mikroskopowa<sup>1)</sup>.

Najlepsze utrwalenie treści komórek roślinnych udało się osiągnąć dotychczas z roztworem Fleminga. Zależnie od natury badanych części roślin, roztwór ten stosujemy w słabszych i silniejszych stężeniach. W pierwszym wypadku poleca się mieszaninę 60 cem. 1% kwasu

<sup>1)</sup> Zamieszczone poniżej metody wystarczą do rozwiązania większości zadań cytologicznych. Kto chce bliżej zapoznać się z metodami badania cytologicznego, temu obok obszerniejszego wydania niniejszego przewodnika można polecić również: «Einführung in die botanische mikrotechnik» v. H. Siebert. Jena, 2 wyd. 1920.



chromowego, 8 ccm. 2% kwasu osmowego, 4 ccm. kwasu octowego i 72 ccm. destylowanej wody. W drugim wypadku roztwór otrzymujemy, mieszając 15 ccm. 1% kwasu chromowego, 2 ccm. 2% kwasu osmowego, 1 ccm. kwasu octowego i 10 ccm. destylowanej wody. Słabszy roztwór głównie stosujemy do mniejszych przedmiotów, silniejszy do większych. Zresztą większe przedmioty, o ile można, rozcinamy na możliwie drobne kawałki i wrzucamy do płynu utrwalającego. Jeżeli takie rozdzielenie jest możliwe, wówczas wskazaniem jest naogół użycie słabszego roztworu Flemminga, a nie silniejszego. Zawsze musimy operować dużemi ilościami płynu utrwalającego, przynajmniej wynoszącymi 100-krotną objętość utrwalanego przedmiotu. Mniejsze przedmioty utrwalają się już po kilku godzinach, większe po upływie jednego dnia. — Innym środkiem utrwalania, dającym również dobre rezultaty, stosunkowo łatwo przenikającym do przedmiotów i posiadającym tę dogodną stronę, że jest tani, będzie alkohol z octem Carnoy'a; jest to mieszanina z 3 części alkoholu absolutnego i 1 części octu. Mieszaniną tą działamy 24 godziny, w wypadku przedmiotów delikatniejszych znacznie krócej, następnie zamieniamy ją alkoholem absolutnym, który należy zmieniać co 2 godziny, dopóki nie czujemy żadnego zapachu octu. — Również dobrym środkiem do utrwalania jest mieszanina Juel'a z 2 gramów chlorku cynkowego, 2 ccm. octu i 100 ccm. 45—50% alkoholu. Przedmioty i w tej mieszaninie pozostawiamy na 24 godziny, poczem traktujemy je z wielokrotnie zmienianym 80% alkoholem (w ciągu 6—8 godzin 4-krotnie).



Rys. 124. Naczynko sitkowane zamknięte korkiem.

Przedmioty utrwalane w roztworach, zawierających kwas chromowy, jak roztwory Flemminga, zależnie od wielkości i właściwości przedmiotów, jak najstaranniej przemywamy, najlepiej w bieżącej wodzie przez 2 godziny, nie więcej, ponieważ przy dłuższym traktowaniu wodą przedmioty stają się kruche. Do tego celu, jak również do utrwalania i dalszych manipulacji, z powodzeniem możemy użyć szklane naczynia, zamykane szlifowanym korkiem szklannym, wysokości 5, względnie 8 cm., przy średnicy 3 cm. Firma Gerhardt'a z Bohn naczynia takie dostarcza w cenie 0,50 mk. (№ 1103 cennika z 1914 r.). Celem wymycia przedmiotów, utrwalonych w takich naczyniach, zdejmujemy z nich korek szklany, rozciągamy nad otworem naczynia kawałek drobnosiatkowej gazy, albo tiulu przy pomocy pierścienia gumowego, albo też kładziemy na naczynie delikatną siatkę drucianą cynkowaną, której wystający brzeg zaginamy na dół, przyciskając ją ściśle do naczynia i puszczaemy na to strumień wody. W ten sposób nawet naj-



mniejsze przedmioty zostają zatrzymane i wymyte, co zresztą również bardzo dobrze można osiągnąć z naczynkami sitkowanymi Fairchilde'a (por. rys. 124). Naczynie to razem ze znajdującymi się w niem przedmiotami zanurzamy w płyn utrwalający, po utrwaleniu wkładamy w naczynko korek, poczem rzucamy je do zbiornika wody pod kranem wodociągowym. Wpadający strumień wody powoduje prądy, umożliwiające dokładne wymycie znajdujących się w naczyniu przedmiotów. Dalsze traktowanie przedmiotów możemy uskutecznić razem z tem naczyniem. C. Gerhardt dostarcza takich kubeczków w cenie 0,35 mk. Jeżeli to będzie potrzebne, przedmioty utrwalone można oddzielnie przechowywać w takich kubeczkach w większych naczyniach. Również przy zbieraniu drobnych przedmiotów w przyrodzie umieszczamy je odrazu do rozmaitych naczyń, w których następnie będą utrwalane i które możemy zaopatrzyć napisami ołówkiem, o ile nie są one glazurowane. Jeżeli nie możemy użyć bieżącej wody, to należy sobie pomóc częstem zmianianiem wody, przynajmniej 4 — 5 razy w ciągu 24 godzin, przytem zmienianie wody w ciągu nocy nie jest konieczne.

Jako ośrodek do zatapiania przedmiotów należy używać parafinę. Ponieważ w parafinie można umieszczać tylko przedmioty pozbawione wody, należy je więc przedtem odwodnić. Stosując roztwór Carnoy'a, utrwalone przedmioty odwadniamy przez to już, że przenosimy je do alkoholu absolutnego. Przedmioty, znajdujące się w 80% alkoholu, utrwalone roztworem Juel'a, trzeba najpierw przenieść do 95%, następnie do absolutnego alkoholu, poczem następuje dalsze traktowanie, podane niżej i prowadzące do nasycenia przedmiotu parafiną. Przedmioty, utrwalane roztworem Flemminga, wymagają dłuższego odwodniania. Umieszczamy je na 2 godziny najpierw w 30% alkoholu, następnie na dalsze 2 godziny w 50%, wreszcie na tyleż w 70%, następnie w 80%, wreszcie w 95—96%, przyczem, o ile zaraz nie mamy przenieść ich do parafiny, przechowujemy je w 96% alkoholu. W pewnych okolicznościach do przechowania nadaje się również mieszanina jednakowych części alkoholu, gliceryny i wody. Jeżeli objętość przedmiotów jest większa, to przy przenoszeniu z jednego alkoholu do drugiego przedłużamy poszczególne okresy czasu.

Z 96% alkoholu przenosimy przedmioty na 6—8 godzin do absolutnego alkoholu, który przynajmniej 1 raz musi być zmieniony. Należy przytem dbać, aby alkohol ten był rzeczywiście pozbawiony wody. Osiągamy to w pewnych okolicznościach, dodając do kupnego, t. zw. alkoholu absolutnego siarczanu miedzi, albo siarczanu sody uprzednio odwodnionych przez wyżarzenie; odczynniki te zawijamy w bibułę, aby cząstki ich nie dostały się do alkoholu. Następnie przenosimy przedmioty do mieszaniny alkoholu i chloroformu w jednakowych częściach. W mieszaninie tej, w której przedmiot początkowo pływa, musi się w niej wkońcu zanurzyć. W wielu wypadkach może to trwać bardzo długo; dopiero potem jednak przenosimy przedmiot do czystego chloroformu.

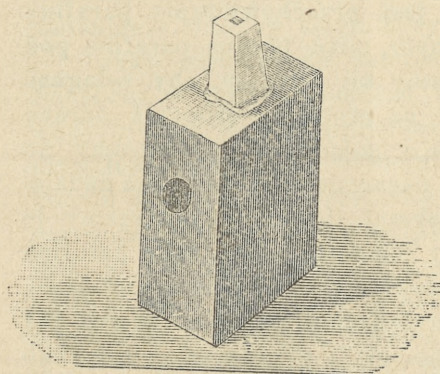


Po zupełnem przesycaeniu chloroformem przedmiotu, co z kawałkami tkanki następuje dopiero po 24 godzinach, przenosimy przedmiot do zlewki, albo naporstka porcelanowego z chloroformem, do którego wrzuciliśmy kawałki parafiny 52° i karteczkę z oznaczeniem przedmiotu ołówkiem, albo tuszem. Następnie naczynie to umieszczamy w termostacie, albo piecyku parafinowym (por. str. 248), który ogrzewamy do 55° i pozostawiamy przedmiot tam na 1—2 dni, a nawet dłużej, jeżeli przedmioty są dla parafiny trudne do przeniknięcia. Z roztworu tego przenosimy badany przedmiot do czystej roztopionej parafiny 52°, gdzie pozostaje w termostacie 1 dzień, a w każdym wypadku tak długo, dopóki zupełnie nie będzie przesycony parafiną.—Następnie przelewamy płynną parafinę razem z badanym przedmiotem do odpowiedniego małego naczynka (np. pudełeczko zrobione z bibuły); korzystamy również ze szkiełek zegarkowych, albo z czworokątnych płytek porcelanowych z równem dnem, których stronę wewnętrzną uprzednio ogrzaliśmy i posmarowaliśmy gliceryną, albo mieszaniną jednakowych części gliceryny i syropu, trzymającą się lepiej gładkich płaszczyzn. Wskazaniem jest przechowywanie parafiny 52° w termostacie, aby zawsze można było mieć płynną parafinę pod ręką. Jeżeli to będzie konieczne, dodajemy tej parafiny, aby osiągnąć odpowiednie rozmieszczenie przedmiotów na płytkach; albo też od razu taką parafiną napełniamy małe naczynie i pojedynczo przenosimy do niego przedmioty z parafiny, którą były nasycone. Przedmiotom nadajemy pożądanę położenie; jeżeli są w większej ilości, rozmieszczamy je odpowiednio w parafinie, przyczem należy pamiętać o tem, żeby parafina zbyt prędko nie zastygła i w tym celu ustawiamy płytkę na termostacie, albo na innem ciepłym podłożu, np. na urządzeniu, podanem na str. 251 (rys. 130); następnie powodujemy zastyganie parafiny, zanurzając naczynko do wody, o temperaturze pokojowej. Zbyt chłodna woda może często szkodzić, ponieważ przez to powstają wklęsłe płaszczyzny nad i pod zastygającą parafiną. Jeżeli zastosujemy, jak to czyni autor, do tego celu szkiełka zegarkowe, albo wspomniane płytki, to początkowo pozostawiamy je na wodzie pływające, względnie trzymamy je tak ręką na powierzchni wody, póki powierzchnia parafiny nie zestaliła się; możemy przyśpieszyć to jeszcze przez dmuchanie; następnie zanurzamy parafinę. Cienka warstwa gliceryny, którą uprzednio pokryliśmy naczynie, umożliwia łatwe wyjęcie parafiny; następnie krajemy kawałek parafiny na małe kwadratowe kostki, albo czworograniaste kawałki; bez uszkodzenia przedmiotów daje się to najlepiej skuteczniej, jeżeli przy pomocy skalpela na tej stronie, gdzie się znajdują przedmioty, nacinamy granicę, poczem pojedyncze kawałki dają się łatwo odłamywać i przystosować do krajania mikrotomowego. Kawałki te następnie przy pomocy gorącej igły przytapiamy do większego kawałka parafiny, albo odpowiednio przykrojonego kawałka korka, lub drewna. Ten ostatni musi mieć odpowiedni wymiar, aby go można było dobrze umocować w klamrze do trzy-



mania przedmiotów na mikrotomie, dalej musi posiadać odpowiednią wysokość, pożądaną dla dogodnego krajania. Autor z reguły korzysta z kawałków drzewa olchowego prawie niepęczniejącego, kawałków wysokości 25 mm., 20 mm. szerokości, 15 mm. grubości; przez kawałek ten od strony zwróconej do kostki parafinowej przeciągnięty jest przez całą szerokość drut, o średnicy 5 mm. (rys. 125). Jeżeli kawałki te wrzucamy do wody celem ochłodzenia, lub zestalenia przyklejonych kawałków parafinowych, wówczas strona z preparatem przechyla się natychmiast na dół i pozostaje pod wodą; klocki drewniane, nie zaopatrzone w przyrząd obciążający, do zupełnego zastygnięcia trzeba trzymać w zanurzeniu ręką, albo w inny sposób. Nóż mikrotomowy powinien trafić dokładnie równolegle na bok kawałka parafinowego, zawierającego przedmiot i przykrojonego w kwadrat.

Przenoszenie z alkoholu do parafiny za pośrednictwem chloroformu okazało się dla naszych celów najodpowiedniejszym. Z innej strony zalecany jest również ksylol, albo benzol, a zwłaszcza olejek cedrowy<sup>1)</sup>. Przenoszenie do olejku cedrowego



Rys. 125. Kłoczek drewniany z przedmiotem zatopionym w parafinie i przygotowanym do krajania mikrotomowego.

ze względu na swą prostotę posiada wielką dogodność. Olejek ten stosujemy przeważnie w postaci zgęszczonej, a nie zwyczajny, jaki w cennikach zaopatrzony jest w uwagę „do wyświetlania”. Nalewamy do małego naczynia cokolwiek olejku cedrowego i dodajemy ostrożnie alkoholu absolutnego. Przedmiot następnie przenosimy z alkoholu absolutnego do alkoholu, znajdującego się nad olejkiem cedrowym, w który się powoli zanurza. Następnie zlewamy powoli alkohol z olejku cedrowego i przenosimy przedmioty albo do mieszanki pół na pół olejku cedrowego i parafiny na pół godziny, a następnie do czystej parafiny, albo też od razu przenosimy do czystej parafiny. Już po trzech godzinach przedmioty są przesycone parafiną i po ostudzeniu gotowe do krajania.

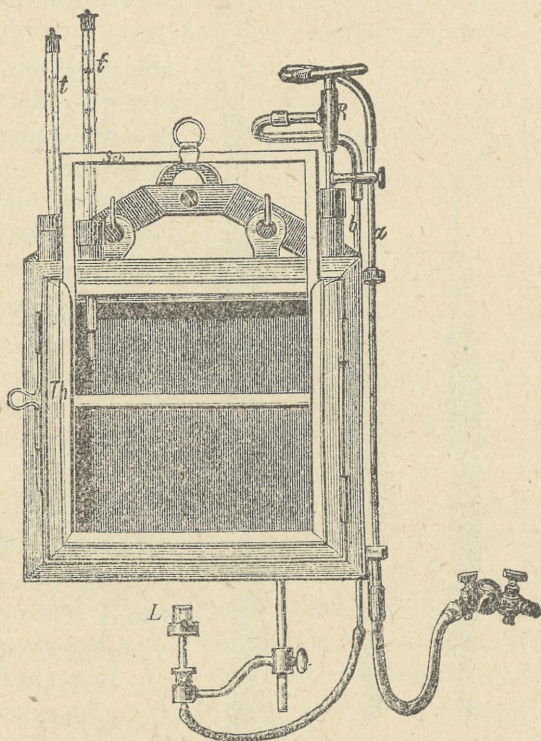
Jako piecyk do parafiny może służyć każdy termostat dwuścienny, a także suszarka. Przestrzeń, znajdującą się między ścianami, napełniamy wodą, w której zanurzony jest termoregulator, regulujący dopływ gazu do płomienia, znajdującego się pod aparatem. Bardzo godną polecenia jest suszarka o podwójnych ścianach, modelu heidelberskiego Junga. Suszarka ta jest zrobiona z blachy miedzianej, 20 cm. długa, 14 cm. szeroka i 18 cm. wysoka; można ją zawieszać na ścianie zapomocą ramy

<sup>1)</sup> P. Mayer: Zoomikrotechnik. Berlin. 1920, str. 173.



żelaznej (rys. 126). Suszarka zamykana jest szklannymi drzwiami wsuwanymi (*Th*) i zaopatrzona jest podziurawionymi półeczkami, rurami doprowadzającymi gaz (*a*, *b*), niklowanym mikropalnikiem i cylindrem mikkowym (*L*). Górna ściana suszarki posiada 3 otwory; do otworu, znajdującego się z lewej strony, wkładamy termometr (*t*), zanurzony w wodę, znajdującą się między ścianami przyrządu; termometr ten wskazuje nam temperaturę wody; inny termometr (*t*) przez drugi otwór wchodzi do wnętrza suszarki i wskazuje panującą tam temperaturę. Jednak do celów niniejszej książki termometr ten nie jest potrzebny, ba, nawet jest on szkodliwy wewnątrz suszarki, tak że lepiej zrobimy, usuwając go i zamykając otwór korkiem. Do trzeciego otworu wkładamy samoczynny regulator (*R*) temperatury, również zanurzony w wodzie.

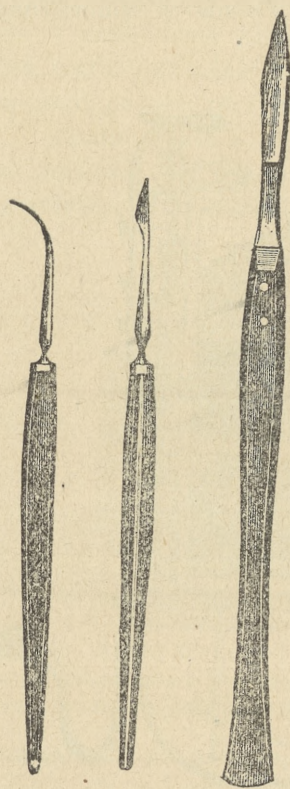
Przy skośnem ustawieniu noża mikrotomowego otrzymujemy tylko pojedyncze skrawki. Przy poprzecznem ustawieniu noża przeciwnie — następujące po sobie skrawki parafinowe stykają się z sobą i sklejąją w ciągłą taśmę. Jeżeli nóż jest w odpowiedni sposób zorjentowany i ostry, wówczas skrawki nie będą pomarszczone, t. j. zachowują w przybliżeniu swoją średnicę poprzeczną, odpowiadającą średnicy kawałka parafiny. Jeżeli skrawki zwijają się, wynika to albo ze zbytnej twardości parafiny, albo też ze zbyt wielkiej grubości skrawków, albo też z obu przyczyn. Naogół taśma ślizga się bardzo dobrze po powierzchni noża; w razie jakiegokolwiek przeszkód, pomagamy sobie igłą na końcu zakrzywioną, albo przypominającą lancet (rys. 127 i 128). Zgięta igła służy do odejmowania taśm, które rozcinaemy przy pomocy wąskiego skalpela (rys. 129) na kawałki odpowiedniej długości. Trzy wymienione narzędzia dostaniemy we wszystkich odpowiednich składach. Bardzo pożądanem jest posiadanie bardzo dużych szkiełek przykrywkowych, abyśmy nie potrzebowali rozcinać taśm na zbyt krótkie kawałki. Jeżeli taśma pofałdowała się cokolwiek, to kładziemy ją na wierzch ręki i pociągamy za jeden koniec przyczepioną taśmę igłą. Ciepło ręki i nieznaczne tarcie, powodowane ręką, wystarczy, aby można było wyciągnąć taśmę.



Rys. 126. Suszarka. Model heidelberski Junga. Objaśnienie liter w tekście.



Następnie umieszczamy skrawki parafinowe, względnie całe serie skrawków na szkiełku przedmiotowym. Daje się to uskutecznić albo za pomocą wody, albo gliceryny z białkiem, lub też kombinujemy oba sposoby. Czysta, pozbawiona kurzu woda destylowana zostaje ogrzana cokolwiek w płaskiej szalce porcelanowej, a skrawki przenosimy za pomocą igły na powierzchnię wody. Skrawki te na wodzie rozpościerają się bardzo pięknie i mogą być wyjęte razem z podłożeniem pod nie szkiełkiem przedmiotowym. Nadmiar wody zlewamy ostrożnie, usuwamy przy pomocy kawałka bibuły, następnie umieszczamy szkiełko przedmiotowe



Rys. 127. Rys. 128. Rys. 129.  
Rys. 127 i 128 igiełki,  
rys. 129 wąski skalpel.

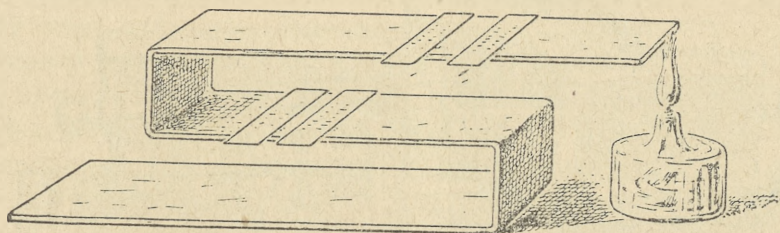
na godzinę, albo na dłużej do górnej półeczki, przedstawionej na rys. 126 suszarki, albo do innego termostatu. Przy pomocy terpentyny albo ksyłolu usuwamy parafinę, przyczem skrawki pozostają na powierzchni szkiełka przedmiotowego. Jeżeli przyklejanie mamy uskutecznić za pomocą gliceryny z białkiem, to należy do tego używać mieszaniny jednakowych części białka i gliceryny. Wskazaniem jest prze-filtrowanie tego roztworu. Roztwór ten daje się przechowywać na stałe, jeżeli włożymy do niego kawałek kamfory, albo przed filtrowaniem dodamy kroplę karbolu; płyn ten kładziemy na szkiełko przedmiotowe w bardzo nieznacznych ilościach i rozcieramy palcami, dopóki na szkiełku przedmiotowym nie utworzy się delikatna warstwa. Potem kładziemy skrawki i przyciskamy je suchym pędzelkiem, albo suchym palcem, lub wreszcie szmatką, pozbawioną kurzu. Następnie ogrzewamy szkiełko przedmiotowe nad płomieniem, dopóki parafina nie zacznie topnieć. Wreszcie, jak w innych wypadkach, parafinę usuwamy za pomocą terpentyny, albo ksyłolu. — Kombinacja obu sposobów polega na tem, że rozcieramy warstewkę białka z gliceryną na szkiełku przedmiotowym

i następnie nalewamy na niego niewielką ilość ciepłej destylowanej wody. Na wodę tę, którą ewentualnie jeszcze słabo ogrzewamy, wrzucamy skrawki pływające, porządkujemy je i gdy zostały rozpostarte, usuwamy wodę bibułą, wysuszamy na powietrzu, albo w termostacie o średniej temperaturze. Do tego najlepiej zastosować wstęgę żelazną, podwójnie zgiętą pod prostym kątem, wstęgę, której górny wystający koniec ogrzewamy nad płomieniem (rys. 130). Zależnie od tego, czy chcemy osiągnąć większą czy mniejszą temperaturę, kładziemy szkiełko przedmiotowe bliżej, albo dalej od ogrzanego końca. Podobną, jednakże elek-



trycznie ogrzewaną podstawę wyrabia firma Dr. Herm. Rohrbeck, Berlin № 4, katalog № 3947 w cenie 30 mk.

Gdy dawniej preparaty mikroskopowe przygotowywano przeważnie, krając je z wolnej ręki, a z mikrotomów używano tylko proste mikrotomy ręczne, to dzisiaj w każdym zakładzie znajdziemy mikrotom złożony. Z użyciem tego mikrotomu musi się zapoznać każdy, kto chce skutecznie pracować w dziedzinie histologii. Liczba dobrych mikrotomów jest bardzo wielka. Większość z nich znalazła swoich zwolenników; w rzeczywistości jesteśmy skłonni do uważania tego mikrotomu za najlepszy, z którym przyzwyczailiśmy się pracować. W konstrukcji swej rozmaite mikrotomy, obecnie używane, odróżniają się tem, że u jednych nóż i przedmiot krajany poruszają się na w przybliżeniu równoległych saneczkach; u innych znowuż nóż porusza się po torze poziomym, gdy przedmiot po torze pionowym. U innych znowuż nóż jest stały, a przedmiot do niego zostaje doprowadzony.



Rys. 130. Statyw do ogrzewania preparatów.

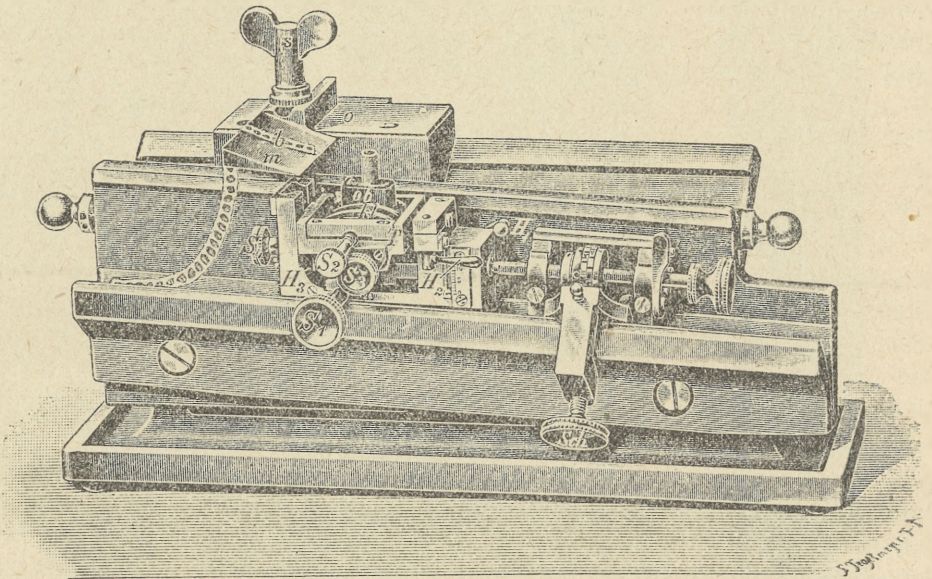
Od wielu lat autor używa saneczkowy mikrotom Thoma-Jung, z firmy L. Junga w Heidelbergu, i mógł stwierdzić, że odpowiada on wszystkim stawianym mu wymaganiom. Mikrotomy te nie pracują tak szybko, jak inne, jednakże ze względu na swą niezawodność działania i równomierność w grubości następujących po sobie skrawków, przewyższają swą wartością wszystkie inne. Wskazówki, dotyczące więc budowy i użycia mikrotomu, nawiązemy do opisu mikrotomu Junga, godząc się jednak z tem, że istnieją także inne mikrotomy, również bardzo dobrze odpowiadające swemu zadaniu<sup>1)</sup>. Wobec skomplikowanej budowy, jaką obecnie posiadają mikrotomy, każdemu, kto by się chciał zapoznać z ich użyciem, należy polecić, aby się zwrócił w tym celu do zakładu, gdzie mikrotomy te są w użyciu. Nauczy się tam bardzo prędko wszystkich sposobów i zbierze potrzebne doświadczenie, które na podstawie opisu i własnymi próbami zdobyłby tylko bardzo powoli.

Mikrotom saneczkowy Thoma-Jung, używany przez autora (rys. 131), na podstawie (№ 51 cennika R. Junga z r. 1913) z obu stron płyty środkowej, prostopadle ustawionej, posiada po jednym torze saneczkowym,

<sup>1)</sup> Patrz dodatek do obszernego wydania tego przewodnika. 6 wyd. 1921, str. 50 ff.



długości 27 cm. Wyżej położony tor dla brzytwy jest poziomy, głębiej zaś położony tor dla przedmiotu wznosi się powoli do góry. Ciężkie saneczki (*o*), ślizgające się pewnie i spokojnie po górnym torze po 5 płytkach z kości słoniowej, posiadają brzytwę, przymocowaną zapomocą śruby (*s*). Po dolnym torze ślizgają się saneczki, na których zapomocą śruby z kołem zębata ( $S_1$ ), porusza się do góry i na dół dźwigacz do trzymania przedmiotu krajanego (*T*). Dźwigacz ten przymocowuje się na żądanej wysokości zapomocą dźwigni ( $H_1$ ). Do przymocowania przedmiotów (*ob*) służy łapka (*kl*), poruszana zapomocą śruby ( $S_2$ ). Aby, o ile można, zmieniać prostopadłe położenie przedmiotu, a przytem utrzymać przedmiot w zmienionem położeniu, na saneczkach znajdują się obie śruby ( $S_2$  i  $S_4$ ), jak również dźwignia ( $H_2$  i  $H_3$ ). Śruba mikrotomowa, za-



Rys. 131. Mikrotom saneczkowy Thoma-Jung. Objaśnienie liter w tekście.

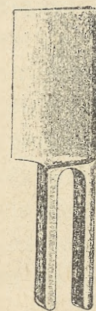
patrzona w bębenek z podziałką, przytwierdzona jest do dolnego toru zapomocą łapki (*Sch*). Wierzchołek jej dotyka saneczek przedmiotu, które każdym pokręceniem śruby mikrotomowej zostają posunięte naprzód. Podziałki na śrubie umożliwiają przesuwanie saneczek przedmiotowych na skośnej płaszczyźnie, odpowiadające wzniesieniu o 0,001 mm.

Do krajania używamy nóż mikrotomowy według Henkinga (rys. 132), o długości ostrza 6 cm. i części osadzonej w trzonku 6 cm., w cenie od 6.50 mk. przez R. Junga, albo W. Walba i następcy w Heidelbergu. Dolna strona brzytwy jest płaska, górna wklęsła szlifowana. Miękkie przedmioty krajemy brzytwą, której górna powierzchnia jest możliwie wklęsła szlifowana, której więc klinga jest szczególnie cienka; przy krajaniu twardszych przedmiotów stosujemy brzytwy mniej wklęsłe, a więc rów-



niez mniej cienko szlifowane; ponieważ część brzytwy osadzona w trzonku, umożliwia przesuwanie punktu przymocowania, można więc używać rozmaite części ostrza. W takim zaopatrzeniu, jak przedstawiono na rys. 131, mikrotom kosztuje 191 mk.

Brzytwa mikrotomowa, według Henkinga, przeważnie znajduje zastosowanie do krajania poprzecznego. Jeżeliby zaszła potrzeba, co zresztą zdarza się bardzo rzadko z przedmiotami botanicznymi, umieszczonymi w parafinie, krajania z brzytwą skośnie ustawioną, wówczas celowo używamy brzytwę mikrotomową według Thoma, np. № 8003 cennika Walba, brzytwę o długości 12 cm., w cenie około 11 mk., którą bezpośrednio można przymocować do saneczek; względnie brzytwę mikrotomową Junga, albo Löwa, o długości 12 cm. № 237, względnie 251 katalogu Junga za 8.50 mk. Te ostatnie brzytwy umieszczamy w trzonku (np. № 203 katalogu Junga w cenie 6 mk.), który z kolei zapomocą śruby przymocujemy do saneczek. Wewnątrz tego trzonka, w razie potrzeby, możemy przesuwac nóż, tak że wszystkie części brzytwy mogą być użyte. Wspomnieliśmy już, że przy poprzecznym ustawieniu noża, w stosunku do toru przedmiotu, skrawki następujące po sobie kolejno stykają się swym brzegiem, przyklejają się do siebie i w taki sposób tworzą ciągłą taśmę (*b* na rys. 131), gdy przy skośnym ustawieniu brzytwy otrzymujemy tylko skrawki pojedyncze.



Rys. 132. Nóż mikrotomowy według Henkinga.  $\frac{1}{3}$  wielk. nat.

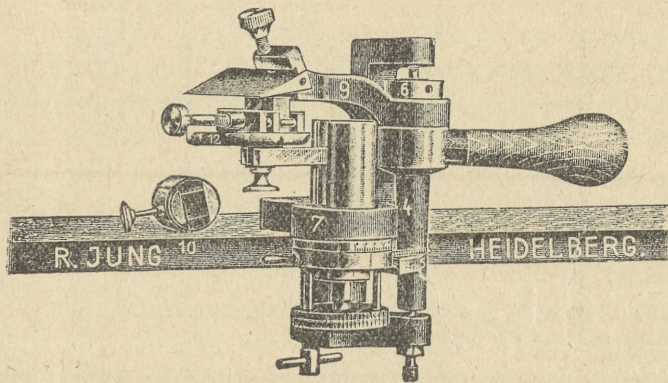
Rozumie się samo przez się, że mikrotom musi być utrzymywany możliwie czysto, ponieważ każda cząsteczka kurzu na nim posiada dającą się odczuć grubość. Do naoliwiania toru saneczek należy używać tylko najlepszy olejek kościany, albo parafinowy, pozbawiony kwasów, względnie wazelinę amerykańską.

Saneczkowaty mikrotom Thoma-Junga na żądanie może być przez Junga tak urządzony, że poruszenia saneczek z brzytwą odbywają się nie z wolnej ręki, a zapomocą korby. Urządzenie to kosztuje 45 mk.

Oprócz powyżej wymienionych skomplikowanych mikrotomów, rozmaite firmy dostarczają prostych mikrotomów, odpowiadających zadość większości wymagań techniki mikrotomowej — mikrotomy, z którymi można krajać również świeże przedmioty. Przyrządy te należy polecić zwłaszcza początkującym. Np. firma Junga w Heidelbergu wyrabia mikrotomy studenckie *B* (por. rys. 133), składające się z podstawy, przymocowanej do stołu zapomocą śruby; na podstawie między dwiema śrubami znajduje się prostopadła oś (*4* na rys. 133), posiadająca u góry trzonek do trzymania brzytwy *9* i rączkę do poruszania, a na dole dźwignię do automatycznego nastawiania na grubość skrawka. Do przygotowania preparatów parafinowych używamy trzoneków o brzytwach poprzecznie ustawionych, dla preparatów zaś celuloidowych i świeżych preparatów — trzo-



nek z brzytwą, przymocowaną wzdłuż. Po rozluźnieniu mutry 6 zapomocą sztyfcika (przyczem należy kręcić w prawą stronę) wsuwamy trzonek z lewej strony, poczem z powrotem mocno przykręcamy mutrę. Określenie grubości skrawków uskutecznia się przez nastawienie indeksu na odpowiednią kreskę podziałki zapomocą małej rączki, znajdującej się u dołu z lewej strony. Odległości kresek odpowiadają grubości skrawków  $2\frac{1}{2}$  mm. Kawałek drewna z preparatem parafinowym przymocowujemy w dźwigaczu 10. Aby otrzymać taśmy skrawków, blok parafinowy zostaje w taki sposób przykrojony, że posiada on kształt czworoboku; przynajmniej przednia i tylna krawędź powinny być równoległe. Tak przykrojony blok, przez zanurzenie w roztopioną łatwo płynną parafinę, pokrywamy powłoką. Po zastygnięciu odcinamy miękką parafinę, pozostawiając ją ze strony przedniej i tylnej. Pozostała w tych miejscach parafina będzie nam służyła do sklejanja się skrawków. Dla preparatów celulojdynowych, jak również dla świeżych nie-



Rys. 133. Mikrotom studencki AB firmy Junga. Objaśnienie w tekście.

zbyt twardych, słowem, dla wszystkich preparatów, nadających się do krajania z brzytwą, używamy dźwigacza 12, z bocznymi widelkami i klamrą, w którą możemy umieszczać kawałek drewna, albo bezpośrednio niektóre preparaty. Klamra zaopatrzona jeszcze jest w naczynie z alkoholem, ułatwiające zwilżanie preparatów i służące do tymczasowego przechowania preparatów. Mikrotom, bardzo podobny do opisanego, wyrabia firma E. Leitz w Wetzlar (№ 1213 Mikrotom-Katalogu z 1915), w cenie 75 mk.

Od dobrego mikrotomu należy wymagać, aby dostarczył nam skrawków bez zarzutu, przynajmniej grubości 0,005 mm. Tego rodzaju skrawki dają się otrzymać tylko przy pomocy najlepszych brzytw. Brzytwy mikrotomowe muszą być znacznie staranniej odrobione, aniżeli zwykłe brzytwy do golenia i nie można ich zastąpić nigdy w zupełności temi ostatnimi. Dla skrawków wilgotnych, brzytwę ustawia się skośnie i dlatego musi ona posiadać znacznie większą długość, niż brzytwa, którą przy-



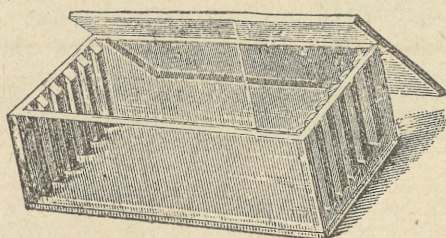
mocujemy poprzecznie, aby krajać preparaty zatopione w parafinie. Brzytwy, przymocowywane skośnie, zaopatrzone są odgiętą rączką, umożliwiającą skośne ustawienie. Proste brzytwy używamy bez rączki. Ostrze brzytwy nie powinno być tak płaskie, żeby się ugięło; jest to niedogodność, występująca przy stosowaniu brzytw wklęsło szlifowanych. Dolna powierzchnia w brzytwach mikrotomowych jest szlifowana wklęsło.

Metoda barwienia skrawków przyklejonych na szkiełkach przedmiotowych, która najlepiej nadaje się do barwienia treści komórkowej preparatów roślinnych, będzie to metoda potrójnego zabarwienia safraniną, fioletem gencjanowym i orange; barwienie to w Instytucie Botanicznym w Bonn zostało szczególnie wypróbowane dla przedmiotów roślinnych i najczęściej oznaczane jest mianem metody Flemminga. W tym wypadku znajdują zastosowanie trzy barwniki, t. j. najwyższa ilość, jaka z korzyścią daje się złączyć na jednym i tym samym preparacie. Barwniki te nie są mieszane, a stosuje się jeden po drugim; przytem każdy wymaga odpowiedniego czasu działania i następującego po tem traktowania. Dobre wyniki udało się tą metodą barwienia osiągnąć z okazami, utrwalonemi roztworem Flemminga, albo innym płynem podobnym, zawierającym kwas chromowy; również z materiałem alkoholowym osiągnięto dobre wyniki, jednakże dopiero po zabajcowaniu 1% roztworem kwasu chromowego skrawków, przymocowanych do szkiełka przedmiotowego. W tym celu szkiełka przedmiotowe ze skrawkami umieszczamy na 24 godzin do roztworu kwasu chromowego, następnie przenosimy do czystej wody i pozostawiamy tam na 2 godziny.

We wszystkich wypadkach do barwienia przystępujemy dopiero wtedy, gdy ze skrawków została usunięta wszystka parafina przez wypłókanie w terpentynie, albo w ksylolu i następnie w alkoholu absolutnym, poczem jeszcze przemywamy w wodzie. Dalej również po usunięciu parafiny musimy usunąć jeszcze wszelkie zaczernienia, pochodzące z kwasu osmowego i w tym celu pozostawiamy preparaty przez wiele godzin w 3% wodnym roztworze dwutlenku wodoru, albo w terpentynie. Preparaty, traktowane dwutlenkiem wodoru, przemywamy przez 5 minut w bieżącej wodzie, a następnie 80% alkoholem, względnie, gdy terpentyna została usunięta, przy pomocy absolutnego alkoholu, poczem wkładamy na 1 dzień, a w niektórych wypadkach na dłużej do ciemnego roztworu safraniny w alkoholu (np. 2 gramy safraniny, rozpuszczającej się w alkoholu w 100 cm. alkoholu absolutnego); do tego roztworu dodajemy równą objętość wody, najlepiej wody z wodociągu, zawierającej wapno i odrobinę wody anilinowej. Wodę anilinową przyrządzamy w ten sposób, że do 5 cm. czystego olejku anilinowego dodajemy około 95 cm. wody destylowanej, mocno potrząsamy i filtrujemy przez uprzednio zwilżony filtr. Skrawki, wyjęte z safraniny, traktujemy alkoholem, następnie alkoholem z dodatkiem 0,1% czystego kwasu solnego i następnie



znowu przemywamy czystym alkoholem. Przemywanie to należy uskutecznić bardzo ostrożnie, zwłaszcza alkohol z kwasem solnym winien działać bardzo krótki czas, aby nie odciągnąć ze skrawków zbyt wiele safraniny. Naogół pożądane odciągnięcie safraniny bardzo prędko zostaje uskutecznione. Po przemyciu w wodzie szkiełko przedmiotowe zanurzamy na 1 do 3 minut w pewnych okolicznościach na dłużej, albo na krócej do ciemnego 1% wodnego roztworu fioletu gencjanowego. Następnie szybko przemywamy w wodzie i przenosimy do niezbyt ciemnego wodnego roztworu orange g., który winien działać na skrawki zwykle 1 minutę, najwyżej 2. Następnie skrawki przemywamy w wodzie, a później w absolutnym alkoholu; w dalszym ciągu przemywanie uskuteczniamy w olejku goździkowym tak długo, dopóki ze skrawków nie będą się wydzielały niebieskie obłoki gencjany, następnie przenosimy do balsamu kanadyjskiego, rozpuszczonego w ksylolu i nakrywamy szkiełkiem przykrywkowym. Należy przytem pamiętać, aby nie brać balsamu kanadyjskiego więcej, niż się może zmieścić pod szkiełkiem przykrywkowym. Rozumie się samo przez się, że należy używać bardzo cienkie szkiełka przykrywkowe ze względu na badania, prowa-

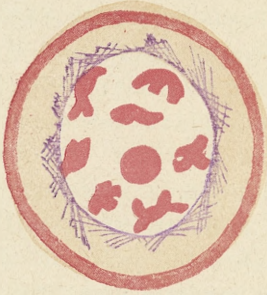


Rys. 134. Naczynie do barwienia preparatów.

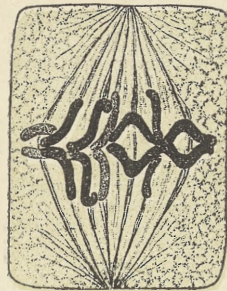
dziane przy silniejszych powiększeniach; bardzo korzystnym jest rozporządzanie dużymi szkiełkami przykrywkowymi, pozwalającemi na nakrywanie względnie dużych seryj skrawków.

Dla każdego przedmiotu wypróbujemy czas działania poszczególnych pojedynczych barwników i ich przemywanie. Jest ono zależne od przyrody preparatu i sposobu jego utrwalenia. Gdy np. przy barwieniu treści pewnych komórek macierzystych pyłku, znajdujących się w okresie podziału, zachowanie powyżej wymienionych okresów czasu przy barwieniu, przemywaniu, odwadnianiu i wyjaśnianiu dało dobre wyniki, autor dla tkanek niektórych glonów otrzymał najlepsze wyniki, gdy barwienie safraniną trwało tylko pół godziny, barwienie w gencjanie 10 minut i barwienie w orange 1 minutę. Po barwieniu z orange musi nastąpić przemywanie wodą, a nie bezpośrednio przemywanie alkoholem absolutnym. Gdybyśmy potraktowali preparat od razu alkoholem absolutnym, to pociągnie za sobą całkowite wypłókanie fioletu gencjanowego.— Jeżeli potrójne zabarwienie w każdym wypadku poszczególnym udało się dobrze, wówczas najrozmaitsze składniki protoplazmy barwią się w rozmaity sposób, znacznie ułatwiający odróżnienie. Chromozomy barwią się na kolor mocno czerwony, jak również jąderka, jakkolwiek często z odcieniem fioletowym; nitki wrzecion, względnie nitki łączące, barwią się na fiole-





Tabl. I. Obrazy podziału jądra, odpowiadające stadiom przedstawionym na rys. 133 i 134; odrysowane z preparatów utrwalonych kwasem osmowo-chromowo-octowym i po usunięciu szczerń kwasu osmowego zabarwionych na skrawkach mikrotomowych safraniną, fioletem gencjanowym i orange.



Tabl. II. Też same obrazy podziału co na tabl. I, jednak z preparatów zabarwionych hematoksyliną żelazistą.

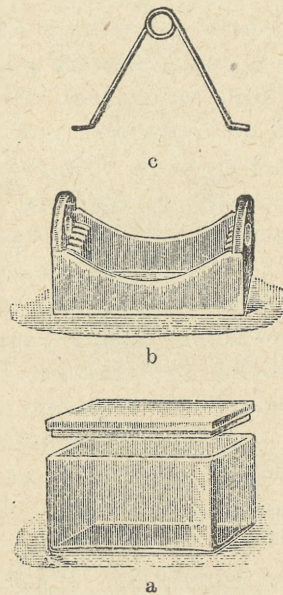






towo, pozostała cytoplazma jasno-brunatno (por. tabl. kol. Nr. 1). — Do barwienia stosujemy małe naczynia cylindryczne, częściowo także czworokątne pudełka. Naczynia cylindryczne muszą być tak duże, aby mogło się w nich zmieścić 2 szkiełka przedmiotowe, zwrócone nazewnątrz stroną, na której znajduje się preparat. Zazwyczaj w naczyniach takich możemy umieścić 4 szkiełka przedmiotowe. W tym wypadku stroną odwróconą od skrawka układamy je parami i pary szkiełek trzymamy w oddaleniu zapomocą kawałków korka, albo szklanych pływaków, które umieszczamy w barwnym płynie. W niektórych wypadkach okazało się korzystnym poddanie każdego poszczególnego szkiełka przedmiotowego tym manipulacjom barwienia pojedynczo, ponieważ wtedy przypadek odgrywa znacznie większą rolę i można otrzymać niektóre preparaty wyjątkowo dobre, a poza tem w jednym preparacie występuje ta właściwość budowy, w innym znowu inna. Małe cylindry posiadają tę dogodną stronę, że można je szczelnie i z łatwością zamknąć korkami szklanymi. Pudełka czworokątne, zaopatrzone odejmowaną nakrywką umożliwiają jednocześnie traktowanie większej ilości preparatów, zabezpieczonych od sklejanja się wystającymi listwami, względnie zaszlifowanymi rowkami (rys. 136). Odstęp pomiędzy poszczególnymi listwami są przeważnie tak szerokie, że w każdy odstęp możemy włożyć 2 szkiełka przedmiotowe, zwrócone do siebie wolnymi płaszczyznami. Tego rodzaju pudełka ze szkła, albo z porcelany, wyrabiają najrozmaitsze firmy, jak np. C. Gerhardt w Bonn i połączone huty szklane w Lausitz, Berlin SO 36 Lausitzerstr. 10. Jeżeli szkiełka przedmiotowe wszystkie razem mają być przeniesione z jednego płynu do drugiego, to najlepiej posiłkujemy się małymi podstawami (rys. 135 *b*), albo ramkami, które zapomocą rączki (rys. 135 *c*) przenosimy z jednego naczynia do drugiego (rys. 135 *a*).

Bardzo często przy barwieniu korzystnym jest zastosowanie hematoksyliny żelazistej Heidenhaina. Przytem postępujemy zazwyczaj w następujący sposób: po usunięciu parafiny ze skrawków zapomocą ksylołu z alkoholem absolutnym, następnie szernienia, pochodzącego z kwasu osmowego, przez krótsze lub dłuższe pozostawienie w terpentynie<sup>1)</sup>, terpentynie z alkoholem absolutnym, skąd na kilka



Rys. 135. *a*—naczynie do barwienia z nakrywką, *b*—podstawa, którą zapomocą rączki *c* można przenosić z jednego naczynia do drugiego.

<sup>1)</sup> Zamiast terpentyny, z równym powodzeniem możemy tutaj użyć 3% wodnego roztworu dwutlenku wodoru, który należy po ukończeniu działania wymyć dokładnie w bieżącej wodzie, a następnie w destylowanej.



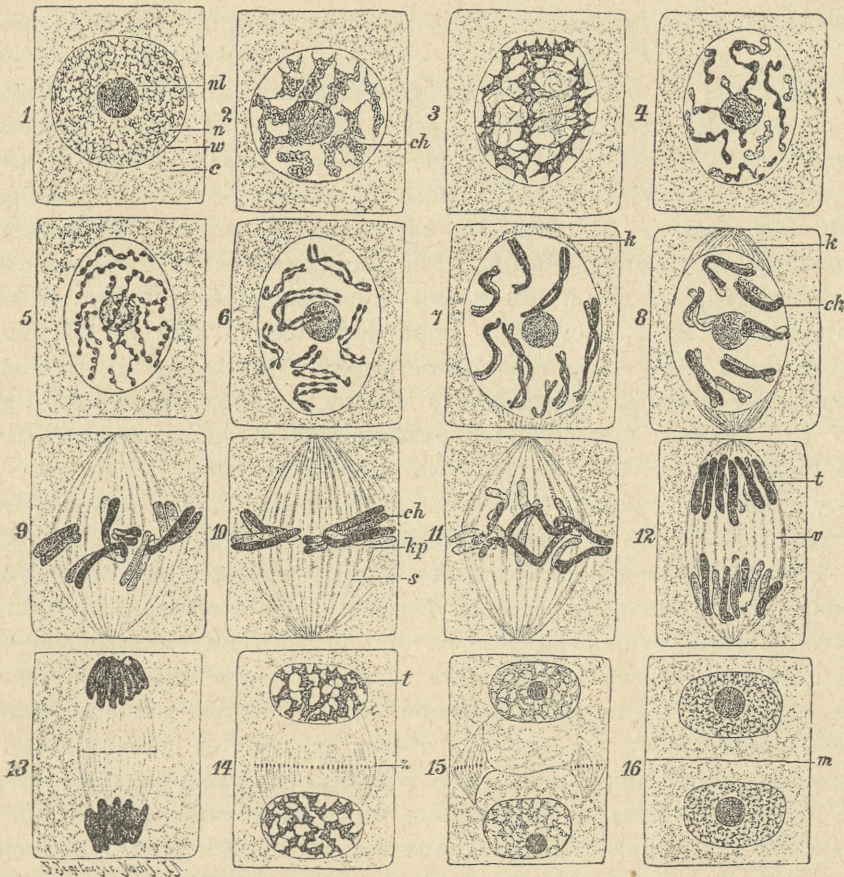
minut przenosimy skrawki do 95% alkoholu i stąd do wody destylowanej, gdzie zostają przemyte. Późem przenosimy preparaty do 3% wodnego roztworu siarczanego amonjakalnego tlenku żelaza według Heidenhaina (można otrzymać od dr. G. Grüblera w Lipsku). W tym roztworze preparaty pozostawiamy przez całą noc, albo na 24 godziny. Następnie przemywamy je wodą destylowaną i na 12 do 24 godzin przenosimy do dawno przygotowanego roztworu hematoksyliny (patrz spis 3-ci). Pod działaniem hematoksyliny preparaty stają się bardzo ciemne. Przemywamy je bardzo starannie w wodzie bieżącej i dla zróżnicowania, z powrotem przenosimy do 3% roztworu amonjakalnego tlenku żelaza<sup>1)</sup>. Po osiągnięciu dostatecznego zróżnicowania, co musimy kontrolować pod mikroskopem, preparaty przenosimy do bieżącej wody i pozostawiamy je tu na  $\frac{1}{4}$  godziny, poczem umieszczamy je kolejno w 95% alkoholu, alkoholu absolutnym i ksylole z balsamem kanadyjskim. Punkt ciężkości opisanej metody polega na różnicowaniu, które, o ile zostanie pomyślnie wykonane, wówczas poszczególne składowe części komórki barwią się w sposób, podany na tablicy barwnej Nr. 2. Przez dłuższe działanie środków różnicujących możemy osiągnąć dalsze zmniejszenie intensywności zabarwienia struktur plazmatycznych, co w niektórych badaniach jest bardzo pożądane.

Przy zaopatrywaniu się w barwniki należy baczyć, aby rzeczywiście odpowiadały barwnikom poleconym. Celem otrzymania właściwych barwników, zakupujemy je w zakładach, posiadających łączność z naukowymi wymaganiami techniki mikroskopowej. Zwróciłem już uwagę na firmę dr. G. Grüblera w Lipsku.

Jako szczególnie dogodnie przedmioty do zapoznania się z opisaną techniką mikroskopową, a jednocześnie do wystudjowania podziału jądra i komórki, należy polecić koniuszki korzeni. Do badania wybieramy bób (*Vicia faba*); w odpowiedni materiał każdorazowo można się z łatwością zaopatrzyć. Wystarczy nasiona bobu wrzucić na kilka godzin do ciepłej wody, aby napęczniały, następnie przenieść je do wilgotnych trocin i postawić w ciepłym miejscu. Nasiona wkrótce kielkują i po 2–4 dniach można przystąpić do utrwalania koniuszków korzeniowych z kielków; w tym wypadku wybieramy słabszy roztwór kwasów chromowego—osmowego—octowego. Do utrwalania bierzemy koniuszki korzeniowe, nie przekraczające 6 mm. długości. Po wykonaniu wszystkich niezbędnych czynności każdy koniuszek korzeniowy zalewamy w parafinę, w taki sposób, aby było można przygotować dobrze zorientowane skrawki podłużne. W preparatach gotowych, zabarwionych odpowiednimi barwnikami, np. mieszaniną safraniny z genejaną i orange, albo hematoksyliną żelazistą, bez trudu znajdziemy komórki i jądra w okresie podziału. Podział od-

<sup>1)</sup> Do bajcowania zawsze stosujemy świeży roztwór ałunu żelaznego, do różnicowania nadaje się również roztwór używany.





Rys. 136. Kolejne stadja podziału jądra i komórek w tkance embrjonalnej z koniuszka korzeniowego wyżej zorganizowanej rośliny, cokolwiek schematycznie. Jako podstawa służyły skrawki podłużne z materiału utralonego mieszaniną kwasów chromowego, osmowego i octowego i zabarwionego hematoksyliną żelazistą, względnie mieszaniną 3-ch barwników. *n*—jądro, *nl*—jąderko (nucleolus), *w*—błona jądra, *c*—cytoplazma, *ch*—chromozomy, *k*—bieguny, *s*—wrzeciono, *kp*—blaszka jądrowa, *t*—zaczątki jąder pochodnych, *v*—nitki łączące, *z*—blaszka komórkowa, *m*—nowa przegroda. Przy takim utrwaleniu i zabarwieniu chondrjozomy nie są widoczne. W 1—jądro w spoczynku, w 2—5—postępujący rozdział chromozomów i różnicowanie się ich substancyj na odcinki bardziej gęste i mniej gęste, w 6—podział podłużny chromozomów, w 7 i 8—powolne skracanie się i grubienie już rozszczepionych chromozomów; na biegunach jądra zawiązki czapeček biegunowych, w 9—rozpuszczanie się błony jądrowej, tworzenie włókien wrzeciona, wychodzących z czapeček biegunowych i ustawianie się rozszczepionych chromozomów w równikowej płaszczyźnie jądra, w 10—gotowa blaszka jądrowa, w 11—zaczynające się rozdzielanie chromozomów pochodnych w kierunku biegunów, w 12—oddzielone chromozomy pochodne w pobliżu biegunów, w 13—14—jednocześnie tworzenie się nitek, łączących z blaszką komórkową, w 15—16—wytwarzanie nowej przegrody. Pow. około 1000 razy.



bywa się w istotnych momentach tak, jak to przedstawiono schematycznie na rys. 136. Rysunek ten więc będzie służył do orjentacji. W 1 mamy jeszcze jądro spoczywające, w przybliżeniu kształtu kulistego, zaopatrzone w jedno, albo w kilka jąderek (*nl*); w 2 w delikatnem rusztowaniu jądra zaczynają się wyróżnicowywać poszczególne chromozomy. Widzimy tam, jak delikatne rusztowanie spoczywającego jądra skupia się dookoła poszczególnych punktów i rozdziela na pewną ilość utworów (2 *ch*, 3), początkowo nieprawidłowo zarysowanych, wkrótce jednak przyjmujących kształt nitkowaty (4, 5). Nitki te, chromozomy, stają się grubsze i silniej pochłaniają pewne barwniki. Pochłaniająca barwniki substancja nitek, chromatyna, w mniej lub więcej wyraźny sposób skupia się w następujących po sobie odcinkach, pomiędzy którymi zjawiają się cienkie, niezabarwione, albo słabo zabarwione mosty z liny (4, 5). Chromozomy następnie ulegają rozszczepieniu wzdłuż (6), stają się krótsze i grubsze (7 i 8), poczem następuje ich przesunięcie do płaszczyzny podziału, gdzie tworzą t. zw. blaszkę jądrową albo równikową (9, 10 *kp*). Obie połowy podłużne każdego chromozomu rozchodzą się w odwrotnych kierunkach (11, 12, 13), aby utworzyć oba jądra pochodne (14, 15, 16).

Gdy rusztowanie jądra rozpada się na poszczególne chromozomy, do błony jądra przylegają nitki plazmatyczne i otaczają ją włóknistą warstwą. Zbiera się ona wkrótce na obu przeciwległych stronach błony jądra i tworzy czapeczki biegunowe, w których wyróżnicowują się delikatne włókna. Włókna te skierowane są do bieguna, gdzie się stykają, poczem wydłużają się w zaostrzoną wiązkę (8 *k*). Dalej jąderko ulega rozpuszczeniu, znika błona jądrowa, a włókna czapeczek wrastają do jamy jądra (9, 10). Włókna te kończą się bądź na chromozomach, albo też trafiają się swemi zakończeniami, aby się połączyć i utworzyć nieprzerwane nitki, biegnące od jednego bieguna do drugiego. W ten sposób wrzeciono jądrowe jest gotowe (9, 10). Jąderka, zdaje się, są materiałem zapasowym, służącym do odżywiania chromozomów i dostarczającym substancji do tworzenia włókien wrzeciona. Ewentualny nadmiar substancji jąderkowej zostaje rozdzielony do otaczającej protoplazmy, aby utworzyć t. zw. jąderka pozajądrowe. Te z włókien, przenikających do jamy jądrowej, które trafiają na chromozomy, przesuwają je najpierw w płaszczyznę równikową (9, 10). Też same nitki, przy rozchodzeniu się chromozomów pochodnych, powstałych przez rozszczepianie się chromozomów macierzystych (11, 12), stają się krótsze. Wkońcu chromozomy pochodne dostają się do biegunów wrzeciona. Przytem są one zgięte w kierunku bieguna, w miejscu, gdzie się do nich przyczepiły nitki (11). W ten sposób wyglądające obrazy podziału doprowadziły początkowo do przypuszczenia, że włókna, przylegające do chromozomów, działają jako włókna pociągowe, gdy włókna, przebiegające od bieguna do bieguna, są włóknami wspierającymi, dającymi całemu procesowi potrzebne oparcie. Bardzo często zakończenia wrzeciona możemy wyśledzić aż do błony protopla-



stu i wówczas stwierdzamy, że są one do niego przytwierdzone. Chromozomy pochodne po osiągnięciu biegunów wrzeczona zbliżają się do siebie. Wówczas otaczająca protoplazma odgranicza się błoną od zawiązków jądra i tworzy błonę jądrową. Wewnątrz zawiązków jąder pochodnych chromozomy z powrotem przyjmują swą budowę pierwotną (14) i łączą się z sobą w rusztowanie (15), w którym nie możemy rozpoznać ich rozgraniczenia (15, 16), gdzie jednak należy przypuszczać, nie utraciły swej samodzielności. Przytem zawiązek jądra staje się większy; występują jąderka pojedynczo, albo w większej ilości (15, 16), gdy jednocześnie z cytoplazmy znikają jąderka pozajądrowe; wreszcie stan spoczynkowy zostaje osiągnięty.

Procesy, odgrywające się podczas przygotowania do podziału w jądrze macierzystym, nazywamy profazą podziału. Sięgają one aż do utworzenia blaszki jądrowej, przed której ukończeniem następuje podłużne rozszczepienie chromozomów. Stadjum blaszki jądrowej jest metafazą. Rozchodzenie się chromozomów pochodnych następuje w anafazie, powstawanie jąder pochodnych w telofazie podziału. Kulminacyjny punkt podziału jądra, t. j. ten proces, który prowadzi do jakościowo i ilościowo jednakowych produktów podziału, tkwi w rozszczepianiu się podłużnych chromozomów. Postępujące procesy podziału jądra w momencie rozchodzenia się chromozomów pochodnych zamieniają się we wsteczne. W telofazie następują wsteczne zmiany w chromozomach, przez co zostaje osiągnięta budowa spoczywającego jądra.

W jaki sposób podział komórki w tkankach wyżej zorganizowanych roślin wiąże się z podziałem jądra, również z łatwością możemy zbadać na naszych preparatach. W czasie rozdzielania się chromozomów pochodnych włókna, przechodzące od jednego bieguna do drugiego, we wrzeczonie biegunowem pozostają, jako włókna łączące (rys. 136, 12 v, rys. 136 12, 16). Liczba ich zostaje powiększona przez włączenie nowych nitek łączących (rys. 136 13, 14). Nitki te razem tworzą utwór beczułkowaty, t. zw. fragmoplastę, oddzielającą się albo zupełnie od zaczątków jąder pochodnych, albo też połączoną z nią okrywą, woreczkiem łączącym. Pierwsze następuje w komórkach, gęsto wypełnionych protoplazmą, to ostatnie w komórkach, obfitujących w sok komórkowy. Każda nitka łącząca wkrótce nabrzmiewa w płaszczyźnie równikowej (rys. 136 14), przez co powstaje blaszka komórkowa, wyglądająca jako szereg ziarenek. Jeżeli dana komórka jest bardzo bogata w protoplazmę, albo posiada nieznaną szerokość, wówczas kompleks nitek łączących dosięga jej bocznych ścian ze wszystkich stron (rys. 136 16). Ze zlewającej się z sobą substancji elementów blaszki komórkowej powstaje błona plazmatyczna, rozszczepiająca się i w płaszczyźnie rozszczepienia wydzielająca przegrodę z błonnika, mniej więcej jednocześnie dzielącą komórkę macierzystą na 2 komórki pochodne (rys. 136 15, 16). Jeżeli dana komórka posiada większą wodniczkę, wówczas kompleks nitek łączących nie może



przeniknąć przez nią od jednego razu, wtedy przegroda tworzy się stopniowo, najpierw jedna część, przylegająca do jednej strony komórki macierzystej, później następna część, uzupełniająca na swym wolnym brzegu blaszkę komórkową, aż dopóki cała średnica komórki macierzystej nie będzie przeciętą i na tem podział jej zakończony. Włókna stanowią szczególnie czynny składnik protoplazmy, występujący wyraźnie w pewnych momentach; nazwano je kinoplazmą; biorą one wybitny udział w procesie podziału tak jądra, jak i komórki.

U wyżej uorganizowanych roślin nie udało się wykryć zindywidualizowanych ośrodków na biegunach; przeciwnie, w świecie zwierzęcym utwory takie, zwane centrjolami, bardzo są rozpowszechnione i występują także w niższych grupach świata roślinnego.

W pobliżu jądra, a także w protoplazmie komórek, przy pomocy pewnych metod barwienia i utrwalania, możemy wykryć jeszcze silnie błyszczące utwory w postaci nieregularnie wykształconych nitek, pałeczek, wrzecion, albo kulek; utwory te wyglądem swym i zachowaniem się w stosunku do odczynników, posiadają tak wielkie podobieństwo z chondrjozomami embrjonalnych komórek zarodkowych, że zdecydowano się określić je tym samym terminem. Od tych chondrjozomów w komórkach roślinnych niektórzy badacze wyprowadzają chromatofory. W protoplazmie komórek, szczególnie obfitujących w treść, jak pyłek, komórki tapetowe, macierzyste komórki woreczka załążkowego, obok chondrjozomów, bardzo często spotykamy połączone w pęczki, albo wiązki, nitkowate utwory, obejmowane mianem „ergastoplazmy” i spotykane również w komórkach zwierzęcych.

Jeżeli chcemy szybko obejrzeć podział jądra i komórki w stanie utrwalonym i zabarwionym, to stosujemy zieleni metylową z kwasem octowym. Wprawdzie tutaj utrwalenie i zabarwienie nie jest tak zupełne, jak przy zastosowaniu poprzednio opisanej metody, jednak umożliwiałoby natychmiastowe badanie, i przez to oddaje usługi, nie dające się zlekceważyć.

Przedewszystkiem obejrzymy już przedtem badane włosy tradescancji w zieleni metylowej z kwasem octowym. W sposób, wyżej opisany, wyjmujemy włoski z pąka kwiatowego i zanurzamy na szkiełku przedmiotowym, w kropli zieleni metylowej z kwasem octowym. Nakładamy szkiełko przykrywkowe i przyciskamy go cokolwiek, aby odpowiednio spłaszczyć woreczki pylnikowe, następnie bibułą usuwamy nadmiar roztworu z brzegu szkiełka przykrywkowego. W tym wypadku utrwalenie jest niezupełne, jednakże poszczególne stadja występują znacznie wyraźniej, niż w stanie świeżym. Zwracamy naszą uwagę przede wszystkim na te stadja, gdzie beczułkowate ciało plazmatyczne, w którym ma się odbyć podział komórki, zostało już wykształcone między obu związkami jądra. W tym beczułkowatym utworze, który na świeżym materiale przedstawiał się jednorodnie, pod działaniem kwasu octowego



można wyraźnie rozpoznać jego budowę włóknistą; składa się on z nitek łączących, przebiegających między oboma zawiązkami jądra; możemy również wyraźnie stwierdzić, że blaszka komórkowa, z której ma powstać warstwa błony rozdzielającej, zawdzięcza swoje powstanie pałeczkowate-mu zgrubieniu nitek łączących, w płaszczyźnie równikowej komórki.

Aby utrwalić w zieleni metylowej z kwasem octowym stadja podziału w koniuszku korzeniowym z *Vicia Faba*, wybieramy silnie rozwijający się korzeń, przygotowujemy między palcami pewną ilość możliwie delikatnych podłużnych przekrojów (str. 124) z koniuszka i umieszczamy je bezpośrednio na szkiełku przedmiotowym w kropli zieleni metylowej z kwasem octowym. Wkrótce w komórkach uwydatniają się zabarwione i utrwalone jądra, tak będące w spoczynku, jak również w stadjum podziału. Przez porównanie z rys. 136 staramy się wyjaśnić oglądane obrazy, stwierdzając przytem, że są one w wysokim stopniu niezupełne.

Jeżeli będzie chodziło o utrwalenie bez zmian protoplazmatycznej treści starszych roślinnych komórek, gdzie panuje wysokie napięcie (turgor), wyżej opisane środki zazwyczaj nie dopisują. Najprędzej cel osiągamy, stosując pary kwasu osmowego. — Przygotowujemy z wolnej ręki skrawki z tkanki, którą mamy badać, trzymamy je szczypcami przez 5—15 sekund nad roztworem 2% kwasu osmowego. Następnie umieszczamy skrawki w 10% alkoholu i w odstępach 2—3 minutowych, później cokolwiek dłużej przenosimy do 15%—20%, 25%—30% alkoholu i tak dalej, aż do alkoholu absolutnego, gdzie pozostawiamy je na 12—24 godziny.

Komórki macierzyste pyłku stanowią bardzo dogodne przedmioty, w których bez trudu przy pomocy kwasu octowego i zieleni metylowej można uwydatnić obrazy podziału, zresztą łatwo dające się napotkać. Do badania nadają się przedewszystkiem *liljowate*, o dużych jądrach, jak *Lilium*, *Fritillaria*, *Alstroemeria*. Bardzo korzystnym jest wybieranie gatunków, posiadających liczne pąki kwiatowe o różnym wieku. Dopiero przez badanie można stwierdzić, jakie pąki zawierają odpowiedni materiał. Wybieramy, postępując stopniowo, młodsze i starsze pąki, dopóki nie znajdziemy pożądanego stadjum rozwoju; w tym celu otwieramy pąki kwiatowe, wyjmujemy woreczek pylnikowy, przenosimy go do kwasu octowego z zielenią metylową na szkiełku przedmiotowym, nakładamy szkiełko przykrywkowe i naciskając go, rozgniatamy woreczki. Wydobywające się komórki macierzyste pyłku zostają bezpośrednio utrwalone i zabarwione przez otaczający je płyn. Jeden i ten sam woreczek może zawierać rozmaite stadja podziału, wprawdzie nie różniące się zbyt. Poza ten stan rozwoju rozmaitych woreczków w tym samym kwiecie nie jest jednakowy, także ten sam kwiat może dostarczyć cały szereg obrazów podziału. Przy ocenie tych obrazów należy pamiętać o tem, że podział jądra w komórkach macierzystych zarodników,

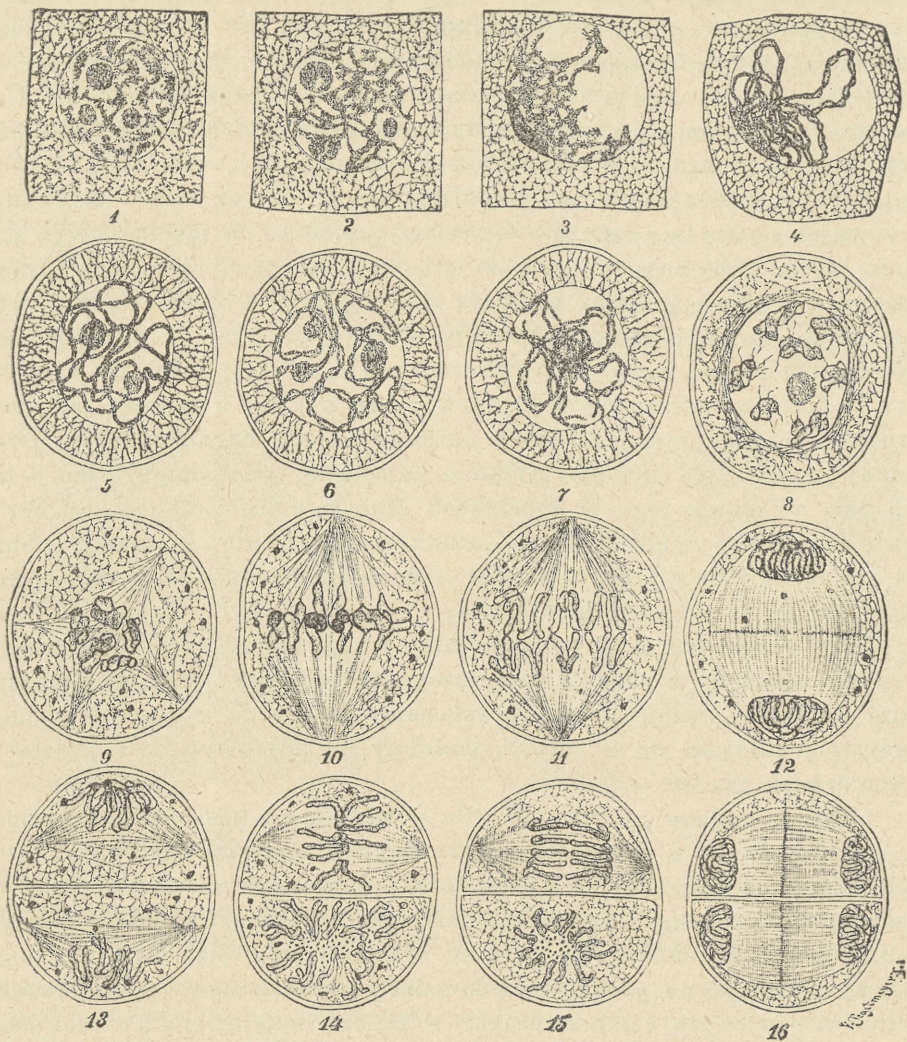


pyłku, woreczka zalążkowego różni się w pewien sposób od podziału w komórkach tkanek. Przy pierwszym podziale, w tych komórkach macierzystych następuje redukcja ilości chromozomów i to w taki sposób, że chromozomy jądra macierzystego zostają po połowie rozdzielone między komórki pochodne. W jądrze macierzystym chromozomy ustawiają się parami i jako takie pary ustawiają w blaszce jądra. Tutaj rozdzielają się i wędrują ku biegunom wrzeciona, aby wytworzyć zaczątki jąder pochodnych. Obserwowanie pierwszych stadiów występowania chromozomów w jądrze macierzystym połączone jest z wielkimi trudnościami<sup>1)</sup>. Stadja 1–7 na naszym rys. 137 przedstawiają się tak, jak je zobaczymy przy dokładnej obserwacji na preparatach starannie utrwalonych i zabarwionych. Na przedmiotach, utrwalonych w kwasie octowym i zieleni metylowej, dopiero stadium 8 występuje wyraźnie, gdzie możemy dostrzec pary chromozomów, rozmieszczone w ścianie jądra (diakineza). Zaczątek wrzecion jądrowych powstaje nie przez utworzenie się czapeczki na biegunach, jak w komórkach tkanek, ale dookoła jądra występują liczne wiązki włókien (8), poczem zanika błona jądra i jąderka; powstaje wielobiegunowy zaczątek wrzeciona, z którego wreszcie wytwarza się dwubiegunowe wrzeciono jądrowe (10). To stadium trwa szczególnie długo, tak że w preparatach spotykamy dojrzałe wrzeciono jądrowe częściej, niż inne stadja podziału. — W tych wrzecionach jądrowych pary chromozomów ustawione są jako równikowa blaszka jądrowa.

Również często napotykamy stadium 11, gdzie widać początek rozchodzenia się chromozomów. W tym stadium chromozomy przyjmują postać V, dlatego w każdym chromozomie zapoczątkowuje się rozszczepienie podłużne, i obie połówki podłużne rozchodzą się częściowo. Jak poucza to stadium, obie połowy podłużne każdego chromozomu przy podziale tego rodzaju, dostają się do jednego i tego samego jądra pochodnego, gdy w innych wypadkach są rozdzielone między obu jądrami pochodnymi. W tych jądrach pochodnych (12) bardzo prędko zaczyna się (13, 14) drugi podział, podczas którego można stwierdzić, że oddzielają się od siebie obie połowy podłużne chromozomu, przygotowane pierwszym podziałem. Teraz więc następuje rozdzielenie tych połówek podłużnych między jądra trzeciej generacji (15, 16).—Pierwszy podział, powodujący oddzielenie całych chromozom, nazywamy podziałem redukcyjnym, albo heterotypowym; również i drugi podział posiada nazwę szczególną, podziału homöotypowego, ponieważ operuje on nie wytworami własnego rozszczepienia podłużnego chromozomów, ale raczej połówkami podłużnymi, wytworzonymi przez podział poprzedni. Procesy, jakie zachodzą w tym podziale homöotypowym, podobne są zresztą do procesów zwykłego podziału jądra i zostały uwydatnione na

<sup>1)</sup> Stąd wynikają odmienne poglądy co do powstawania par chromozomów, wypowiedziane przez I. B. Farmera, Quart, Journ. Mic. Sc., Vol XVIII, 1905 i jego uczniów.





Rys. 137. Komórki macierzyste pyłku w okresie podziału (cokolwiek schematycznie), po utrwaleniu kwasem chromowym, octowym i osmowym i zabarwieniu safraniną, fioletem genejanowym, orange, względnie hematoksyliną żelazistą). 1 — komórka macierzysta z jądrem w okresie spoczynku, 2 — rozdział chromosom, 3 — stadium zwane synapsis, 4 — podwójne nitki w okresie zlewania się, 5 — kłębek wytworzony z tych nitek i pozornie złożony z jednej nitki, 6 — ponowny rozdział przedtem rozdzielonych nitek, 7 — kłębek w okresie segmentacji, 8 — diakineza, 9 — wielobiegowy zaczątek wrzeciona, 10 — wrzeciono komórki macierzystej z blaszką jądrową, utworzoną z podwójnych chromosomów, 11 — podział redukcyjny, rozchodzące się chromosomy, gdzie widać częściowy rozdział na podłużne połowy, 12 — zawiązki jąder pochodnych, 13 — podłużne połowy chromosomów (chromosomy pochodne), łączące się parami, ustawiają się we wrzecionie jądra, 14 — wrzeciono jąder pochodnych, 15 — rozchodzenie się chromosomów pochodnych, 16 — zaczątki jąder 3-ej generacji. W 13, 16 — w obu komórkach pochodnych jednakowe płaszczyzny podziału, 14, 15 — płaszczyzny podziału skrzyżowane. Pow. około 800 razy.



obrazach 13—16 rys. 137. Na 13 widać zaczątek, 14 gotowe wrzeczona jąder pochodnych, w 15 podział blaszki jądrowej. W 16 zakończyło się utworzenie zaczątków jąder 3-ej generacji. Charakterystyczną cechą procesu jest szybkość, z jaką oba podziały następują jeden po drugim. Heterotypowemu, homöotypowemu podziałowi jądra, które również obejmujemy wspólnym terminem podziału allotypowego, lub meiotycznego, przeciwstawiamy zwykły podział jądra, jako typowy; nazywamy go również somatycznym. Zjawiska, podobne do meiotycznego podziału jądra, występują również w świecie zwierzęcym, w odpowiednich okresach rozwoju.—Zadanie podziału redukcyjnego polega między innymi na tem, że ilość chromozomów podwajana (diploid) przez proces zapłodnienia zostaje z powrotem sprowadzona do zwykłej ilości (haploid). Przy badaniu komórek macierzystych pyłku u lilji, w blaszce jądrowej wrzeczona redukcyjnego możemy naliczyć 12 par chromozomów; przeciwnie, macierzyste komórki pyłku u gatunków cebuli mają tylko 8 takich par. Wskutek tego w komórkach tkanek u liljowatych ilość chromozomów będzie wynosiła 24, u gatunków cebuli 16. Ponieważ cebula również należy do liljowatych, więc ilość chromozomów w tej samej rodzinie nie potrzebuje być identyczna.

Przy rozgniataniu w odpowiednim wieku woreczków pylnikowych w kwasie octowym z zielenią metylową, stwierdzamy dalej, że zawiązanie się jąder pochodnych i powstawanie przegród w komórkach macierzystych odbywa się w sposób, podobny do przebiegu tych procesów w komórkach tkanek (12, 16).

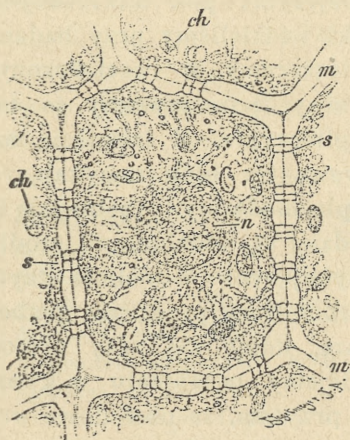
Obrazy, podane na rys. 137, dla porównania z naszymi obserwacjami, są odrysowane z preparatów, utrwalonych kwasami osmowym, octowym i chromowym, zalanych w parafinie, pokrajanych na mikrotomie i zabarwionych safraniną, fioletem glucjanowym i orange, względnie hematoksyliną żelazistą. Obrazy te są więc znacznie pełniejsze od tych, jakie możemy zobaczyć na preparatach komórek macierzystych pyłku, bezpośrednio utrwalonych i zabarwionych w zieleni metylowej z kwasem octowym. Na zakończenie zastosujemy nasze najsilniejsze obiektywy, aby uzyskać wgląd w stosunki, których stwierdzenie posiada jak największą doniosłość dla całkowitego poglądu na ciało rośliny. Chodzi tu o połączenie protoplastów nitkami plazmatycznymi, przez co i w świecie roślinnym wielokomórkowe organizmy stają się żywymi, powiązanymi jednostkami<sup>1)</sup>.

Najodpowiedniejszym przedmiotem do tego rodzaju badań jest jemiola (*Viscum album*). Wybieramy niezbyt stare międzywęzła takie, które są zupełnie wyrośnięte i przygotowujemy z nich skrawki powierzchniowe. — Zaczynamy od skórki i z tego samego miejsca przygo-

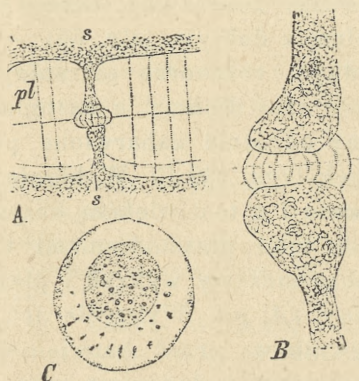
<sup>1)</sup> A. Meyer: Morphol. und physiol. Analyse der Zelle. I część. Jena. 1920. Str. 519. Tamże dokładna literatura.



towujemy następane skrawki, głównie pochodzące z kory pierwotnej. — Dla naszego badania wystarczy metoda, opisana poniżej, najprędzej prowadząca do celu<sup>1)</sup>. Każdy skrawek w chwili wykonania, kładziemy do 1% kwasu osmowego, gdzie go pozostawiamy na 5—7 minut; poczem skrawki przemywamy w wodzie i przenosimy do roztworu jodu w jodku potasu (0,2% jodu i 1,64% jodku potasu). W tym roztworze skrawki pozostawiamy 20—30 minut, następnie przenosimy najmniej na 1/2 godziny do 25%, a nawet do silniejszego kwasu siarczanego, a wkońcu na 5 minut do 25% kwasu siarczanego, z dodatkiem jodu i kropli roztworu pyoktaniny (1 g pyoktaniny na 30 ccm. wody). Jeżeli napęcznienie błon w kwasie siarczanym jest dostatecznie silne, a zabarwienie nitek plazmatycznych



Rys. 138.



Rys. 139.

Rys. 138. Komórka z kory jemiioły (*Viscum album*) pod odpowiedniemu utrwaleniu i zabarwieniu protoplastów i napęcznieniu błon (*m*). Błony zamykające (*s*) jamek przerzniete plasmodesmami *ch* — chloroplasty, *n* — jądro komórkowe. Pow. 1000 razy.

Rys. 139. *A* — napęczniały kawałek błony z bielma *Phytelphas macrocarpa*. Przy *s* i *s* kanały jamek obu graniczących komórek, trafiające na siebie i wypełnione protoplazmą. W błonie zamykającej delikatne plasmodesmy, poza tem przez całą grubość głony przechodzące plasmodesmy *pl*. Pow. 375 razy. *B* — treść obu przylegających kanałów jamki i plasmodesmy błony zamykającej bez uprzedniego pęcznienia. Pow. 1500 razy. *C* — wyjście z kanału jamki i plasmodesmy błony zamykającej, oglądane z powierzchni. Powiększone 1500 razy.

nych wypadło odpowiednio, wówczas na takich preparatach możemy przeprowadzić pożądane badania. Tak na skrawkach powierzchniowych ze skórki, rozpatrywanych głównie od wewnątrz, jak również na skrawkach z kory pierwotnej w napęczniałych błonach jamek zamykających, może-

<sup>1)</sup> Szczególnie udoskonalone metody dla dokładnych badań tego rodzaju u Arthur W. Hill w *Annals of Botany*. Vol. XXII. 1908. Str. 258. Patrz również większe wydanie niniejszego przewodnika. Str. 686 i tamże spis IV, plasmodesmy.



my dostrzec nadzwyczaj delikatne, silnie na niebiesko zabarwione nitki plazmatyczne, zapomocą których łączą się protoplasty sąsiednich komórek. Te nitki plazmatyczne nazywamy plasmodesmami. Rys. 138 podaje ich rozmieszczenie w błonach komórki kory z *Viscum album*.— Gdybyśmy nie mieli pod ręką jemioli, to z podobnym skutkiem do badania możemy użyć komórki kory z gałązek jodły (*Abies*).

Dzięki łatwości, z jaką można oglądać plasmodesmy, należy również zbadać bielmo palmy *Phytelephas macrocarpa*. Nasiona tej palmy, jako roślinna kość słoniowa, znajdują ogólne zastosowanie, łatwo więc można je dostać. Ponieważ tkanka tego bielma jest bardzo twarda, podczas krajania brzytwą należy więc zachować dużą ostrożność i zadowolnić się małymi skrawkami. Jeżeli je obejrzymy pod mikroskopem, wówczas zobaczymy znany nam obraz, jaki widzieliśmy przy badaniu bielma z daktyla (str. 56). — Skrawki umieszczamy w rozcieńczonym wodnym roztworze safraniny albo pyoktaniny, pozostawiamy je tam przez czas dłuższy, a następnie badamy w glicerynie. Z łatwością możemy odróżnić zabarwione plasmodesmy wewnątrz błon zamykających jamek (rys. 139 B). W błonie zamykającej plasmodesmy przebiegają łukowato i z tem większą krzywizną, im bardziej są oddalone od środka. Poza temi plasmodesmami w błonach zamykających w bielmie *Phytelephas* możemy wykryć i plasmodesmy, przechodzące przez całą grubość błony (A, pl). Wykrycie ich jest trudniejsze, udaje się przy pomocy barwników; przed barwieniem błony poddajemy pęcznieniu w kwasie siarczanym z dodaniem jodu. Stwierdzamy przytem, że obwodowe warstwy komórek *Phytelephas* posiadają tylko połączenia plazmatyczne, przechodzące przez całą grubość błony, wewnętrzne zaś warstwy jeszcze i takie, które przechodzą przez błony zamykające jamek, w jakie wyposażone są komórki wewnętrzne. Tam, gdzie skrawek trafił błonę tak, że możemy ją obejrzeć z powierzchni, wówczas przy dobrem zabarwieniu plasmodesmy jamek rysują jako koliste skupienia zabarwionych punktów, albo kresek (C).



# S P I S I.

## Spis badanych roślin.

W spisie tym oznacza rośliny: ○ świeże, + w alkoholu, ⊙ świeże, albo w alkoholu; podano również część i rośliny, względnie stan rozwoju, który będzie badany.

- *Abies*. Gałęzie.
- ⊙ *Acacia*. Kwiaty.
- ⊙ *Aconitum Napellus*, albo inny gatunek *Aconitum*. Kwiaty przekwitające.
- ⊙ *Acorus Calamus*. Korzeń.
- ⊙ *Agapanthus umbellatus*. Kwiaty.
- ⊙ *Agaricus*, *p.* *Psalliota*.
- ⊙ *Alisma Plantago*. Dojrzałe i niedojrzałe owoce.
- ⊙ *Allium Cepa*. Korzenie.  
W każdym czasie można je otrzy-  
mać, hodując cebulę w naczyniach  
do hiacyntów.
- *Allium Cepa*. Kwiaty.
- " " Cebule.
- ⊙ *Alstroemeria*. Pąki kwiatowe.  
W rozmaitych okresach rozwoju.
- ⊙ *Althaea rosea*. Kwiaty.
- ⊙ *Amanita*.
- *Anaptychia ciliaris*; nadaje się rów-  
nież do użycia materiał zielnikowy.  
Pospolita na pniach drzewnych.
- ⊙ *Aristolochia Siphon*. Kawalki młodej  
i starszej lodygi.  
W czerwcu włożyć do alkoholu.  
Arrow-root, wschodnio-indyjski.  
Znajduje się w handlu.
- *Asparagus*. Jagody.  
*Aspidium Filix mas*, *p.* *Dryopteris*.
- *Avena sativa*. Ziarno owsa.
- ⊙ " " Żdźbło.
- ⊙ *Azalea*. Kwiaty.
- *Bacillus maximus buccalis*. W nalo-  
cie z zębów.
- ⊙ *Bacillus radicola*. W bulwkach na  
korzeniach strączkowych np. z lu-  
binu.
- *Bacillus subtilis*. W nalewce z siana.  
O przygotowaniach do otrzymania  
tej bakterji, por. tekst.
- Bakterje.  
Zdobycie materiału, por. 151.
- *Bertholletia excelsa*.  
Znajduje się w handlu.
- *Beta vulgaris*. Burak.
- *Bryum* (również materiał zielnikowy).
- ⊙ *Calluna vulgaris*. Kwiaty.
- ⊙ *Campanula persicifolia*. Liście.
- ⊙ *Capsella Bursa pastoris*. Kwiatostany  
z owocami.
- ⊙ *Centaurea Cyanus* i *Jacea*. Kwiaty.
- ⊙ *Ceratophyllum*. Zakończenia pędów.  
*Championn*, *p.* *Psalliota*.
- ⊙ *Cheiranthus Cheiri*. Liście.
- + *Chelidonium majus*. Łodyga.
- *Chrysanthemum*. Żółte kwiaty.
- *Citrus vulgaris*. Owoc.
- *Cladophora glomerata*.  
*Cordyline*, *p.* *Dracaena*.
- *Crataegus*. Owoc.
- *Cucurbita*. Włosy młodych pędów.
- ⊙ " " Męskie kwiaty.
- ⊙ *Cytisus Laburnum*. Starsze gałązki.



- *Dahlia variabilis*. Bulwy.  
Częściowo badane w stanie świeżym, częściowo włożone do alkoholu na 8 dni przed badaniem.
- Daktyl. Nasiona.
- *Daucus Carota*. Korzenie.
- *Delphinium Ajacis*. Młode zawiązki owocu.
- *Delphinium consolida*. Kwiaty.
- Diatomeae.  
Miejsca występowania, str. 153.
- *Doronicum*. Kwiaty.
- *Dracaena rubra*. Kawalki pnia, względnie również korzenie.  
Roślinę tę można nabyć u każdego ogrodnika.
- *Dryopteris Filix mas.* Owocująca blaszka liścia.
- *Echeveria*. Liść.
- *Elaeagnus angustifolia*. Liść.
- *Epilobium*. Kwiaty.
- *Erica*. Kwiaty.
- *Eucalyptus globulus*. Liść.
- *Euphorbia helioscopia*. Łodyga.
- „ *splendens*. Łodyga.
- *Evonymus japonica*. Wierzchołki pędów.  
Hodowana często w cieplarniach jako krzew ozdobny.
- *Fritillaria*. Pąki w rozmaitych okresach rozwoju.  
Można ją zastąpić gatunkami *Lilium* albo *Alstroemeria*.
- *Fuchsia*. Kwiaty.
- *Funaria hygrometrica* (również materjał zielnikowy).
- *Funkia ovata*. Pąki kwiatowe.
- *Gloxinia hybrida*. Kwiaty.
- Grusza. Dojrzały owoc.
- *Helleborus*. Liście.  
*Helodea canadensis*. ○ — pędy i ○ — liście.
- *Hemerocallis fulva*. Pąki kwiatowe w rozmaitym wieku.
- *Hippuris vulgaris*. Pędy.
- *Hordeum vulgare*. Koniuszki korzenia.  
*Hyacinthus*. ○ — liście, ○ — kwiaty, ○ — załącznia, ○ — korzenie.
- *Hydrocharis morsus ranae*. Korzenie.

- *Iris florentina*. Liść.
- „ „ Korzeń.
- „ *germanica*. Kłaczce.
- Jabłko. Owoc.  
*Jodococcus vulgaris*. W nalocie z zębów.
- *Lamium*. Kwiaty.
- *Lathyrus*. Kwiaty.
- Leguminosae. Korzenie z bulwkami.  
*Leptothrix innominata*. W nalocie z zębów.
- *Leucojum*. Kwiaty.
- *Ligustrum vulgare*. Owoco.
- *Lilium*. Pąki kwiatowe w rozmaitych okresach rozwoju.
- *Lilium*. Liście.  
*Lupinus albus*. ○ — nasiona, ○ — bulwki korzeniowe.
- *Lycopersicum esculentum*. Owoco.
- *Lycopodium complanatum*. Łodyga.
- Mais, *p. Zea Mays*.
- *Malva crispa*. Kwiaty.
- Marchantia polymorpha*. ○ — rośliny płonne, ○ — owocujące.
- *Matthiola annua*. Liść.
- *Mnium hornum*. Owocujące.  
„ *undulatum* (obie również materjał zielnikowy).
- *Monotropa Hypopitys*. Kwiatostany.  
W lasach miejscami pospolita; kwitnie od lipca do sierpnia.
- *Morchella esculenta* (również w stanie wysuszonym).
- *Mucor Mucedo*.  
Występuje po kilku dniach na wilgotnych kawalkach chleba, umieszczonych pod szklanym kloszem.
- *Myriophyllum*. Wierzchołki pędów.
- *Narcissus*. Załącznia.
- *Nostoc commune*.  
Na wilgotnych drogach pospolite, jako masy galarety oliwkowo-zielonej.
- *Oenothera biennis*. Kwiaty.
- Orchideae. Załącznia.  
*Ornithogalum umbellatum*. Nasiona.  
Oscillariaceae.
- Owies, *p. Avena*.



- ⊙ *Papaver Rhoeas*. Płatki korony.
- *Paprocie*.  
Przedrośla można otrzymać, wysiewając zarodniki hodowanej *Ceratopteris thalictroides* i innych paproci, *p.* *Polypodium vulgare*.
- *Pellargonium zonale*. Liść.
- *Pellionia Daveauana*.  
Pospolita w cieplarniach.
- *Penicillium crustaceum*.  
Najbardziej pospolity ze wszystkich pleśniaków.
- *Phajus grandifolius*. Bulwa.
- *Phaseolus vulgaris*. Nasienie.
- *Phoenix dactylifera*. Nasienie.
- ⊙ *Phytophthora infestans*.
- + *Picea excelsa*. Żeńskie kwiaty.  
Zapłodnienie zaczyna się w połowie czerwca i przeważnie odbywa w ciągu kilku dni na wszystkich drzewach danej okolicy. Szyszki zbieramy od połowy maja co tydzień i oddzielone łuski umieszczamy w alkoholu.
- *Pinnularia viridis*.  
Pospolita w wodach stojących i biejących.
- + *Pinus silvestris*. Męskie kwiaty.  
Włożyć do alkoholu w końcu maja.
- + ○ *Pinus silvestris*. Kawalki starszego pnia.
- *Pirus communis*. Owoc.
- „ *Malus*. Owoc.
- *Pisum sativum*. Nasienie.
- ⊙ *Polypodium vulgare*. Liść.  
„ *Przedrośla*.  
Pospolite w cieplarniach.
- *Pomarańcz*. Owoc.
- *Pomidor*. Owoc.
- *Primula sinensis*. Ogonek liściowy.
- ⊙ *Psalliota campestris*.
- ⊙ *Pszenica*. Ziarna.
- ⊙ *Pteridium aquilinum*. Kłęczce i ogonek liściowy.
- ⊙ *Pteris cretica*. Korzenie.  
*Pteris cretica* jest bardzo często hodowaną. Odwracając doniczki, można otrzymać nienaruszone korzenie.

*Quercus suber*. Korek.

- ⊙ *Ranunculus acer*. Łodyga.
- ⊙ „ *repens*. Rozłogi.
- ⊙ *Rhododendron*. Kwiaty.
- ⊙ *Ribes rubrum*. Młodsze i starsze gałązki.
- *Ricinus communis*. Nasiona.
- *Rosa*. Owoc.  
„ *Czerwone płatki korony*.
- „ *Kawałek łodygi z kolcami*.
- ⊙ *Russula*.
- *Ruta graveolens*. Liść.
- *Saccharomyces cerevisiae*.
- *Saccharum officinarum*.  
Często hodowana w cieplarniach.
- ⊙ *Sambucus nigra*. Kawalki starszych i młodszych gałązek.
- ⊙ *Scolopendrium vulgare*. Ogonek liścia i owocujące załączki liściowe.
- *Secale cereale*. Łodyga.
- *Selaginella Martensii*. Pędy owocujące. (Również materiał zielnikowy).
- *Shepherdia canadensis*. Liść.
- *Solanum tuberosum*. Bulwa.
- *Sphagnum* (również materiał zielnikowy).
- *Spirochaete dentium*. W nalocie z zębów.
- *Spirogyra*.  
W kałużach, można hodować w akwarjach.
- *Spirogyra*, kopulująca.
- *Strelitzia Reginae*. Kwiaty.  
Często hodowana w cieplarniach.
- Syringa*. ⊙ — wierzchołki korzeni.  
○ — liść.
- ⊙ *Taxus bacata*. Korzenie.
- + *Tilia parvifolia*. Gałązki, kawalki pnia.
- ⊙ *Tradescantia*. Pąki kwiatowe.  
Gatunki *Tradescantii* spotkamy w większości ogrodów botanicznych, kwitnące od maja do późnej jesieni.
- ⊙ *Tradescantia virginica*. Liście.  
„ *zebrina*. ⊙ — liście, ○ — kwiaty.
- *Trianea bogotensis*.  
Hodowana w ogrodach botanicznych.
- *Triticum durum*. Ziarna.



- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ <i>Triticum vulgare</i>. Ziarna dojrzałe i niedojrzałe.</li> <li>⊙ <i>Tropaeolum majus</i>. Liść.</li> <li>    "                    " Kwiaty.</li> <li>○ <i>Tulipa</i>. Kwiaty.</li> <li>○ <i>Urtica dioica</i>. Młode lodygi.</li> <li>○ <i>Vallisneria spiralis</i>. Liść.<br/>Często hodowana w ogrodach botanicznych i akwarjach.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Vaucheria sessilis</i>.</li> <li>⊙ <i>Verbascum nigrum</i>. Kwiat.</li> <li>○ <i>Vibrio buccalis</i>. W naloście z zębów.</li> <li>○ <i>Vicia Faba</i>. Koniuszki korzenia.</li> <li>○ <i>Vinca major</i>, albo <i>minor</i>. Kwiaty.</li> <li>○ " Lodyga.<br/>    <i>Viscum album</i>. Starsze gałązki.</li> <li>+ <i>Zea Mays</i>. Lodyga.</li> </ul> |
|---|---|
-



## S P I S II.

### Wykaz niezbędniejszych odczynników i barwników.

<p><b>Agar-agar.</b>                      Alkanna, korzenie.                      Alkohol absolutny.                      „ 96%.                      Alun.                      Amonjak.                      Amonjakałny tlenek                      miedzi.                      Anilinowy błękit.                      „ olej.                      Anilinowa woda.                      Aniliny, siarczan.                      Azotan potasu.                      „ wapnia.                      Balsam kanadyjski.                      „ w ksylolu.                      Benzol.                      Benzyna.                      Bergamotowy olejek.                      Białko z gliceryną.                      Bismarekbraun.                      Błękit anilinowy.                      „ metylenowy.                      Boraksowy karmin.                      Cedrowy olejek.                      Chloran potasu.                      Chlorek cynku z jodem.                      Chlorek glinu.                      Chlorofilu roztwór.                      Chloroform.                      Cristall-Palast-Lack.                      Cukier.                      Cytrynowy olejek.                      Dahlia.                      Dwufeniljak.                      Dwutlenek wodoru.                      Eozyna.                      Fiolet gencjanowy.                      „ metylenowy.</p>	<p>Floroglucyna.                      Fosforan wapnia.                      Fuksyna.                      Gliceryna.                      „ z gumą.                      „ z żelatyną.                      Gold-Size.                      Goździkowy olejek.                      Guma arabska.                      Hematoksylina.                      Javelle'a woda.                      Jod metaliczny.                      „ w alkoholu.                      „ „ glicerynie.                      „ z jodkiem potasu.                      Kamfora.                      Karmin.                      „ boraksowy.                      Koralina z sodą.                      Ksylol.                      Kwas azotowy.                      „ chromowy.                      „ chromo-osmowo-                      octowy.                      Kwas karbolowy.                      „ mleczny.                      „ octowy.                      „ osmowy.                      „ pikrynowy.                      „ siarczany.                      „ solny.                      Ług potasowy.                      „ sodowy.                      Millona odczynnik.                      Nadmanganian potasu.                      Nigrozyna.                      Nitron.</p>	<p>Octan potasu.                      Olejek bergamotowy.                      „ cedrowy.                      „ cytrynowy.                      „ goździkowy.                      „ parafinowy.                      „ terpentynowy.                      Oliwa.                      Orange G.                      Parafina o punkcie topi-                      wości 52°.                      Parafinowy olejek.                      Parakarmin.                      Pikro-anilina                      Pikro-nigrozyna.                      Pyoktianina.                      Safranina.                      Siarczan glinu.                      „ miedzi.                      „ sodu.                      Sól Seignetta.                      Sudan.                      Tusz, chiński.                      Tynktura alkannowa.                      Wazelina, biała, amery-                      kańska.                      Woda destylowana.                      „ Javelle'a.                      „ utleniona.                      Wodan chloralu (chloral                      hydrat).                      Wosk.                      Zieleń metylenowa.                      „ „ z kwa-                      sem octowym.                      Zieleń metylenowa z fu-                      ksyłą.                      Żelatyna.</p>
---	---	--



## SPIS III.

### O g ó l n y.

Abbé'go aparat do oświetlania	6	Amanita. Ciało owocujące	180
Sposób użycia	24, 167	Amonjak. Użycie	94, 145, 151
Izolowanie obrazu świetlnego	158	Amonjakalny roztwór tlenku miedzi do	
Wyszukiwanie bakterji	157	wypełniania kuli szewckiej.	7
Aparat do rysowania 7. Użycie	34	Do rozpuszczania celulozy. Przygo-	
Aberacja, sferyczna i chromatyczna	3	towuje się najlepiej w ten sposób,	
Abies, gałązki. Plasmodesmy	267	że do naczynia ze szlifowanym	
Acacia. Pyłek	214	korkiem, na opilki miedziane na-	
Achromaty	3	lewamy tyle stężonego amonjaku,	
Aconitum Napellus. Załącznia i załączki	217	aż opilki zostaną zwilżone. Roz-	
Acorus Calamus. Budowa korzenia	107	twór odlewamy, następnie znowu	
Agapanthus. Kultura łagiewek pyłko-		przepuszczamy przez opilki i tak	
wych	214	długo, dopóki nie będzie ener-	
„ umbellatus. Pylniki i pyłek	210	gicznie rozpuszczał bawełny. Od-	
Agaricus campestris, p. Psalliota.		czynnik przechowujemy w ciemno-	
Akwarja do kultury glonów	147	ści i przed użyciem jeszcze raz	
Aleuron. Barwienie jodem	27, 28, 32	albo kilka razy przepuszczamy	
„ warstwa w nasionach. Utrwalanie		przez opilki miedziane. Mangin.	
i barwienie	29, 31, 32, 224,	Journal de Botanique. 1892.	
	230, 238	Amylodekstryna. Reakcja	83, 96
Alisma Plantago. Załączek	226	Analizator. Użycie	25
Rozwój zarodka	226	Anaptychia ciliaris. Ciało owocujące	
Alkana. Zabarwienie żywicy	91, 92	(apothecia)	181, 182
Zabarwienie korka	116	Budowa vegetatywna	142
„ tłuszczu	33	Spermogonia	183
Alkohol absolutny. Użycie	70, 158, 159	Androeceum	206
Działanie na tłuszcze	32, 33	Angiospermeae. Związek i budowa na-	
Odbarwianie ziarn chlorofilowych	44	sienia	223
Odwadnianie przedmiotów	245, 263	Owoc	226, 228
Usuwanie powietrza z preparatów	51, 78, 150	Wierzchołek wzrostu	128, 129
Utrwalanie tkanek badanych ze wzglę-		Załączki	221
du na bakterje	162	Zapłodnienie	220
Allium. Kultura łagiewek pyłkowych	214	Anilina z kwasem pikrynowym. Podwój-	
„ Ceba. Ruch protoplazmy	40	ne zabarwienie	78
Budowa korzenia	105 i nast.	Anilinowe barwniki. Barwienie bakterji	159
Aloineae. Wzrost na grubość	79	Pochłanianie przez żywą protoplazmę	40
Alstroemeria. Podział jądra	263	Aniliny siarczan. Reakcja na drzewnik	96
Althaea rosea. Pyłek	212		



Annulus (pierścieni) na zarodniach paproci	193
Na brzegu kubeczka w torebkach mchów	189
Antheridium (plemnia)	174, 177, 184, 185, 194, 195
Antocyjan	47, 48
Antykliniczne ściany komórkowe	128
Antypody	218, 220, 221, 225
Aparat do rysowania	7
Zastosowanie	36, 37
Apertura liczbowa	4
Apochromaty. Użycie	3, 4
„    i okulary kompensacyjne	3
Obliczanie powiększenia	4
Apophysis (podsadka)	189
Apothecia u porostów	181, 182
Archegonium (rodnia)	185, 196, 197, 204
Aristolochia Siphon. Wzrost pnia na grubość	84
Budowa wiązki przewodzącej	84
Rozmieszczenie tkanki pierwotnej w pniu	85
Arrow-root, zachodnio-indyjski	20
Ascomycetes, workowce	179, 181
Ascus, worek	179, 180, 181, 182
Asparagus, jagody. Ciałka barwne	45
Aspidium Filix mas. p. Dryopteris F. m.	
Asymilacja, p. przyswajanie dwutlenku węgla.	
Avena sativa. Mączka owsiana	20
Żdźbło. Budowa wiązki przewodzącej	79
Azalea. Pylek	213
Azotyny i azotany. Reakcje	53
Azotyny. Do wykrycia ich obecności w soku komórek roślinnych poleca R. Klein, Beih. z. bot. Zentralbl. tom XXX, 1913, Abt. I str. 153, reakcję Grissego. Reakcja ta polega na tem, że azotyny nawet w roztworach bardzo rozcieńczonych z metadiamidobenzolem w nadmiarze rozcieńczonego kwasu siarczanego dają charakterystyczne żółte zabarwienie. Następująca próba pozwala wykryć nawet ślady soli azotynowych. Płyn badany rozcieńczamy wodnym roztworem kwasu sulfanilowego i dodajemy do tego kilka kropli kwasu siarczanego i wodnego roztwo-	

ru a-naftyłaminy. Wówczas nawet przy silnem rozcieńczeniu występuje wyraźne trwałe zabarwienie różowe; w roztworach, bogatych w azotyny, zabarwienie różowe jest intensywne i jednocześnie przy tworzeniu się osadu przechodzi w żółte zabarwienie. Co do dalszych reakcyj, porównaj R. Klein, l. c. 1913, str. 154.

Babka wodna. Założenia i zarodek	226
Bacillariaceae. Budowa	148
Bacillus maximus buccalis	164
„    radicicola	164
„    subtilis. Formy inwolucyjne	165
Kielkowanie	167, 168
Podział	166
Pływki	167
Tworzenie się zarodników	166
Bajcowanie skrawków przeznaczonych do barwienia	255
Bakterje. Badanie przedwstępne	157
Barwienie sztuczne	160, 161, 162, 163, 166
„    naturalne	156
„    zarodników	161
Błona komórkowa	155
Metody kultur	165
W nalocie z zębów	164
Odbarwianie	160
Odporność	158
Pływki	157
Podział	157
Postacie inwolucyjne	165
Przeprowadzanie preparatów nad płomieniem	158
Przygotowanie preparatów	157, 160, 161, 162, 164
Rozwój	165
Suszenie preparatów nad płomieniem	158
Tworzenie się zarodników	158, 167
Utrwalanie tkanek zawierających bakterje	162
Wiążące azot	164
Zachowanie się względem barwników	159
Zarodniki wewnętrzne	158, 167
Bakterje z siana	156
„    z bulwek	164
Bakteroidy	165



Balsam kanadyjski. Użycie	33, 78, 145, 153, 160, 256	Błękit z kwasem siarczanym do wykrycia wolutyny	150
Dla preparatów z bakteryj	160, 162	„ zabarwienie pektyny w pyłku	207
„ rozpuszczalnych w olejkach immersyjnych	78, 160	Błona zamykająca	56, 89, 94, 111, 167, 267
Buteleczki do balsamu kanadyjskiego	79	Błonka graniczna	56, 93
Barwienie intrawitalne	39, 150	Błony komórkowe. Błazki środkowe	57
Barwnik wykrystalizowany z soku mórkowego	47	Pęcznienie	56, 93
Barwniki dla bakterji	159, 160	Prążkowanie	56
Dla glonów	144	Warstwy zgrubienia	56, 92, 116, 224, 239
Nagromadzanie przez ciała białkowe	29	„ niezdrzewniałe. Zabarwienie	51, 77
„ przez martwą protoplazmę	28, 40	„ skorkowaciałe. Zabarwienie	116
Podwójne zabarwienie	28, 78, 161, 162	„ zdrzewniałe	51, 77
Przenikanie do żywej protoplazmy	40, 150	Brzytwa. Krajanie między palcami	124, 203
Dla skrawków mikrotomowych	256	Obciąganie	26
Trwałość roztworów	158, 161, 162	Środki ostrożności przy krajaniu	26
Barwinek, <i>p. Vinca</i> .		Użycie	26, 41, 59, 89
Basidia, podstawki.	181	Brzytwa mikrotomowa	249, 253, 254, 255
Basidiospory	181	według Henkinga	253
Benzyna. Usuwanie olejku immersyjnego	5, 25	„ Thoma	253
Bez. Budowa liścia	121	Ustawianie	249, 250, 253, 254
Wierzchołek wzrostu	139	Bulwki korzeniowe	164
Bez czarny. Pień	115	Burak cukrowy. Korzeń, budowa	50
Przetchlinki	115	Azotyny i azotany, reakcja	50
Białko z gliceryną, do przyklejania skrawków mikrotomowych	250	Reakcja na cukier	52, 53
Bielmo (endospermum)	205, 221, 224, 225, 228, 229, 231, 232, 239, 267	Caliptra	188
Bielmowe komórki	56, 57	Callosa	77
Błazka jądrowa	260	Calluna vulgaris. Pylek	213
„ komórkowa	260	Camera lucida	7
„ równikowa	244	Użycie	37
„ z callosy. Zabarwienie	77, 98	Campanula persicifolia. Skórka, soczewki skupiające	63
Błazki mikowe dla wypalania okrzemek	151	Capsella Bursa pastoris. Rozwój kielka	223
Bławatek ( <i>Centaurea Cyanus</i> ). Włoski i brodawki czuciowe	64, 65	Carnoy'a płyn do utrwalania	245
Błękit anilinowy. Zabarwienie callosy	98	Carum Bulbocastanum. Kielęk	228
„ „ z pikryną. Podwójne zabarwienie	7	Caspary'ego prążki	110, 130
„ metylenowy	40, 159	Cebula ( <i>Allium Cepa</i> ). Budowa korzenia	105
„ „ Roztwór alkoholowy do barwienia bakterji	159, 161, 162	Cedrowy olejek. Przechowywanie	5
„ „ Roztwór alkoholowy. Przygotowanie	162	Płyn immersyjny	4, 5, 23
„ i eozyina. Zabarwienie Oscilarii	153	Preparaty z bakterji	160
		Do zalewania w parafinie	248
		<i>Centaurea Cyanus</i> względnie <i>Jacea, p. Bławatek</i> .	
		Centriole	262
		<i>Ceratophyllum</i> . Wierzchołek wzrostu	129



Cerynowego kwasu reakcja	117	Chloroform. Usuwanie olejku immersyj- nego	5, 24
Cesarska korona (Fritillaria). Macie- rzyste komórki pyłku	263	Usuwanie tłuszczu	158
Chalaza, osadka	217, 221	Przed zatapianiem przedmiotów	246
Champignon, <i>p.</i> Psalliota.		Chlorofilanu reakcja	144
Cheiranthus Cheiri. Liście, włoski	64	Chlorophyceae	171
Chelidonium majus. Łodyga, wiązki przeprowadzające	83	Chloroplasty	48
Rurki mleczne	84	Chondrjozomy	262
Chityna u grzybów	141	Chromatofory	48, 150, 239, 261
Chloran potasu i kwas azotowy. Metody maceracji	103, 117	Chromatyna	262
„ i kwas solny. Reakcja kwasu cerynowego	151	Chromoplasty	48
Chlorek cynku	51	Chromowy kwas. Do bajcowania prepa- ratów z bakterji	162
Chlorek cynku z jodem. Rozpuszcza- my cynk w czystym kwasie sol- nym, odparowujemy przy stałej obecności cynku metalicznego do konsystencji kwasu siarczanego, następnie dodajemy tyle jodku po- tasu, ile się może rozpuścić, a na- stępnie tyle jodu metalicznego, ile może być przyjęte. Nägeli, Sitz- ber. der kgl. Akad. d. Wiss. 1863, str. 383. Prościej przez rozpusz- czanie 20 części chlorku cynku i 6,5 części jodku potasu i 1,3 czę- ści jodu w 10,5 częściach wody. Behrens, Tabellen, IV wyd. 1908, str. 129. Chlorek cynku z jodem należy przechowywać w ciemno- ści lub w naczyniach ze szkła chro- mowego.	255 117 208, 211, 213 104 Do przygotowania preparatów z o- krzemek 151 1% do utrwalania 146, 153 144 Chromowo-osmowo-octowy kwas do utrwalania 144 <i>p.</i> również roztwór Fleminga.		
Chlorek cynku z jodem.		Chromozomy	243, 258, 260, 264, 266
Barwienie bakterji	166	Chrysanthemum, żółto-kwitnące. Ciałka barwne	45
Błón komórkowych	51, 55, 71, 73, 83, 92, 103, 107, 207	Ciałka barwne	44
Cellulozy u porostów	142	Ciała białkowate. Barwienie i reakcje	28
Kutynizowanych błon komórkowych	60	Ciałka mączkotwórcze, <i>p.</i> leukoplasty	21, 35, 48, 49
Naskórka	60	Ciałko środkowe u Nostoc	152
Zdrzewniałych błon komórkowych	60	U Oscillaria	153
Chlorek glinu	145	Cis. Wzrost na grubość korzenia	109
Chlorococcum humicola	142	Citrus vulgaris. Budowa owocu	239
Chlorofilowe blaszki	143	Cladophora glomerata. Budowa	143
„ ziarna. Budowa	43	Gamety	171
Funkcja	122	Pływki	171
Podział	43	Columella, podsadka w torebce mchów	190
Chlorofilu roztwór. Barwienie naskórka i skorkowaciałych błon kom.	116	U Mucor Mucedo	175
Chloroform. Działanie na tłuszcze	33	Conjugatae. Kopulacja	170, 171
		Cordylina. Pień, wzrost na grubość	79
		Cornete'a szczytce	158, 160
		Crataegus. Owoc, ciała barwne	45
		Crucifereae. Rozwój kielka	223
		Cucurbita. Włoski	40
		Pylek	213
		Cukier gronowy. Wykrycie	53
		„ owocowy	53
		„ trzcinowy. Wykrycie	53



Cukier jako środek pobudliwy dla ci- łek nasiennych mchów	197
Cukier. Wykrycie	52
Do mikrochemicznego wykrycia cukru szczególnie należy polecić octan phenylhydrazyny. Jest to t. zw. metoda Senfta. Badane skrawki przenosimy do mieszaniny kropli octanu sodu i kropli chlorku phenyl- hydrazyny, rozcieńczonych w glice- rynie w stosunku 1 : 10. Oba roz- twory dadzą się przechowywać przez lata. Wprawdzie czasem roztwór phenylhydrazyny staje się ciemniejszy, jednak nie wpływa to na jego skuteczność. Skrawki mo- żemy przygotować bądź ze świe- żego materiału, albo z wysuszone- go, a nawet z takiego, który był przechowany w alkoholu, albo w glicerynie. Po kilku godzinach, a nawet po dłuższym działaniu, obserwując pod mikroskopem, mo- żna zauważyć zależnie od silniej- szej, bądź słabszej zawartości wody w tkance pęczki iglastych kryształów, albo ziaren, względnie sferytów żółtych w wodzie prawie nierozpuszczalnych osazonów. Je- żeli preparat przez pół godziny ogrzejemy w wodzie, wówczas osa- zony dadzą się wykryć prawie za- raz po ostygnięciu. Na działanie 30% ługu potasowego, albo 60% roztworu wodanu chloralu kryszta- ły osazonu są bardzo odporne. Co się tyczy zachowania poszcze- gólnych gatunków cukru w czasie tworzenia osazonów i próby zlo- kalizowania cukru w tkankach przy pomocy metody Senfta, porów- naj obszerniejsze wydanie tego podręcznika. VI wydanie, 1921, str. 182.	
Cukru roztwór przy badaniu załączków	219, 221, 222
Przy badaniu podziału jądra	242
„          „          ziarn pyłku	222
Z żelatyną do hodowli łagiewek pył- kowych i kwas	214
Cukier i kwas siarczany, reakcja na biał- ko	29

Cyjanina	40
Cyanophyceae	152
Cyanofophycyny ziarna	152
Cyrkulacja	41
Cystidy	181
Cytoplazma	28, 35, 54, 70, 258
Ruchy, p. Protoplazma.	
Cytisus Laburnum, p. Laburnum vulgare.	
Cytrynowy olejek. Do prześwietlania ziarn pyłku	212, 214
Czapeczka, p. caliptra i czapeczka ko- rzeniowa.	
Czapeczki biegunowe	260
Czapeczka korzeniowa, inicjały czapeczki 130 i nast., 205, 232	
Czerwona kapusta. Zabarwiony sok ko- mórkowy	48
Dahlia. Barwienie bakterji	159
„    variabilis. Budowa bulwy korze- niowej	55
Inulina	55
Daktyl. Nasienie	57
Daucus carota. Korzenie. Ciąłka barwne.	47
Delphinium Ajacis. Załącznia	215, 218
„    consolida. Kwiaty. Zabar- wiony sok komórkowy	46
Dermatogen	127, 129, 130, 131, 225, 232
Desmidiaceae	171
Diagnoza różniczkowa	163
Diastazy	237
Diatomeae. Budowa	148
Jako przedmioty kontrolne	152
Miejsca występowania	152
Preparowanie	151
Ruch	150
Wyżarzanie	151
Dioscoreaceae. Wzrost na grubość	79
Diploidalna ilość chromozomów	266
Doronicum. Ciąłka barwne	45
Dośrodkowe wiązki przeprowadzające	109
Doświadczenie soczewek Haberlandta	63
Dracaena. Wzrost na grubość korzenia	109
„    rubra. Pień. Wzrost na grubość	79
Drabinkowate naczynia	106, 111
Drewno	87, 99
„    jesienne	89
„    wiosenne	89



Drożdże. Budowa	154	Exina	201, 207
Drzewnik. Reakcje	93	Exina. Reakcje	208, 211, 212
Dryopteris Filix mas. Zawijka (indusium). Zarodnie	193	Exinina	207
Dwufenylamina. Odczyn na azotyny i azo- tany	53	Exoderma	107, 108
Działanie na żelazo i sole żelaza	54	Fairchilda naczynka	245
Dwuliścienne. Wzrost na grubość	84, 99, 101	Fehlinga roztwór. Użycie	52
Wiązki przewodzące	77, 84	Przygotowanie	52
Powstawanie zarodka	225, 228	Fiolet gencjanowy do barwienia bakte- rji 158, p. także safranina, fiolet gencjanowy, orange	255
Dwutlenek wodoru	255, 257	Fiolet metylenowy	40, 158, 166
Dynia, włoski, ruchy protoplazmy	40	Do roztworu Ehrlicha	162
Pyłek	213	Fleminga podwójne zabarwienie	255
Dzwonek, p. Campanula.		Roztwór do utrwalania, słabszy	244
Echeveria globosa. Nalot z wosku	70	Silniejszy	244
Ehrlicha woda anilinowa z fuksyną do barwienia bakterji	161, 162	Użycie	244, 245, 255
Ekran świetlny	5	Floema	74
Eleagnus angustifolia. Łuski	67	Floroglucyna. Reakcje na drzewnik	94, 107
Elodea, p. Helodea.		Fosforan wapnia	52
Endocarpium, owocnia	227, 238, 239	Fragmoplasty	261
Endochromu blaszki u Diatomeae	150	Fritillaria. Macierzyste komórki pyłku dla podziału jądra	263
Endodermis, śródkórnia	86, 105, 107, 108, 110, 130, 131	Fuchsia. Pyłek	212
Budowa korzenia <i>Acorus calamus</i>	105, 108, <i>Alium Cepa</i> . <i>Iris floren-</i> <i>tina</i>	Fuksyna	40, 159, 161, 162, 166
<i>Hordeum vulgare</i>	108, 130	Barwienie błon	78
Endosperm, bielmo	205, 221, 224, 225, 228, 229, 231, 232, 239, 267	Fuksyna z zielenią metylenową. Przy- gotujemy roztwór fuksyny i roz- twór zieleni metylenowej w 50% al- koholu i powoli dodajemy roztwo- ru fuksyny do roztworu zieleni metylenowej tak długo, dopóki ten ostatni nie stanie się fioletowym.	
Eozyna. Barwienie kryształów białka aleuronu i protoplazmy	33	Funaria, ziarna chlorofilowe	43
i błękit metylenowy. Barwienie <i>Osci-</i> <i>larii</i>	153	Funiculus	221
Epiblast	232, 234	Funkia <i>ovata</i> . Pylniki i pyłek	210
Epiblem, p. epidermis.		Fykocyjan	152
Epicarpium, owocnia	227, 238, 239	Gamety	171
Epidermis, skórka	57, 58, 82, 85, 113, 120, 127, 134, 237, 239	Generatywna komórka	201, 204, 210, 214
Soczewki skupiające	63	Podział w łagiewce pyłkowej	204, 214
Jako zbiornik wody	60, 61	Georginja. Bulwa. Budowa	55
Epilobium. Pyłek	212	Inulina	55
Epiplazma	180	Gesneriaceae. Zapłodnienie	222
Eteryiczny olejek	33, 118, 239	Gliceryna stężona i rozcieńczona (roz- cieńczona gliceryna, 2 części gli- ceryny, 1 część wody). Wyświe- tlające działanie gliceryny na pre- paraty w pewnych warunkach mo- że być zmniejszone przez dodanie nieznacznych ilości kwasu octowego.	
Reakcja	33		
Erica. Pyłek	213		
Etykietki. Naklejanie na szkiełkach przed- miotowych	31		
Eucalyptus globulus. Nalot z wosku	70		
Euphorbiaceae. Mączka	21		



Gliceryna dla preparatów trwałych 78  
 Syrop glicerynowy do smarowania płytek przy zatapianiu w parafinie 247  
 Aby przeszkodzić pęcznieniu 233  
 Przenoszenie do gliceryny 146  
 Rozcieńczona, która przez pozostanie na powietrzu, zwiększa swe stężenie 126, 145  
 Użycie 19, 26, 31, 39, 86, 126, 145, 161, 193, 246  
 Z alkoholem, aby uczynić drzewo łatwiejszem do krajania 88, 100  
 Gliceryna z gumą. Do możliwie gęstej gumy dodajemy połowę objętości gliceryny i kilka kawałków kamfory. Taką glicerynę z gumą można używać jako płyn do zamykania preparatów, nie wymagających żadnego dalszego zaklejenia. Jeżeli guma z gliceryną ma być użyta do zatopienia przedmiotów przeznaczonych do krajania, wówczas gliceryna nie powinna stanowić  $\frac{1}{4}$  objętości mieszaniny. Aby osiągnąć pożądanę nasycenie przedmiotu, mieszaninę rozcieńczamy silnie wodą, wrzucamy przedmioty i pozostawiamy tak długo na powietrzu, dopóki cała masa nie osiągnie konsystencji stwardniałego syropu. Stwardnienie to zostaje uzupełnione w alkoholu, gdzie przedmioty osiągają zwartość odpowiednią do krajania. Fol, Lehrbuch d. vgl. mikr. Anat., str. 139.  
 Użycie 135, 222  
 Gliceryna z żelatyną, według Kaisera. Należy około 2-ch godzin moczyć 1 część na wagę najlepszej żelatyny w 6 częściach wody na wagę, następnie dodać do tego 7 części chemicznie czystej gliceryny i na każde 100 gr. mieszaniny 1 gr. stężonego kwasu karbолоwego, następnie potrząsając, ogrzewamy od 10—15 minut, dopóki nie znikną wszystkie klaczki, wywołane dodaniem kwasu karbолоwego. Wkońcu filtrujemy płyn jeszcze ciepły przez watę szklaną najdelikatniejszego gatunku,

przemytą w wodzie i zwilżoną przed włożeniem w lejek. Bot. Zentralbl. Tom I, str. 25.  
 Preparaty. Zamknięcie 78  
 Użycie 30, 78, 145, 160  
 Glikogen 152, 180  
 Wykrycie 180  
 Glikozy. Wykrycie 53  
 Glistownik, *p.* Chelidonium.  
 Globoidy 32, 33  
 Globuliny 28, 29, 32  
 Glony rozszczepkowe. Budowa 152  
 „ słodkowodne. Ich hodowla 147  
 Gloxinia hybryda. Zapłodnienie 222  
 Gluten, *p.* Aleuron.  
 Głucha pokrzywa. Ruchy protoplazmy 40  
 Gold-Size. Zamykanie preparatów 78, 160, 161  
 Grama metoda 162  
 Gramineae, *p.* Avena, Hordeum, Secale, Triticum.  
 Korzeń 130  
 Kultura łagiewek pyłkowych 214  
 Granice roczne, względnie pierścienie roczne 88, 89, 99  
 Grenachera karmin alunowy, *p.* karmin.  
 Groch. Nasiona. Treść komórki 26, 27  
 Groszek (Lathyrus). Kultura łagiewek 214  
 Gruczoly wewnętrzne 118, 120, 121  
 Grzły krystaliczne 101, 120, 129  
 Grzyby kapeluszowe, *p.* Hymenomycetes.  
 „ Budowa wegetatywna 140  
 Rozmnażanie 175  
 Patrz także drożdże, grzyby rozszczepkowe.  
 Grzyby rozszczepkowe 156, *p.* bakterje.  
 Gumm i arabicum. Zabarwione przedmioty bardzo często przechowują dobrze swoje zabarwienie w gumie arabskiej. Na przedmiot nalewamy rozcieńczonego wodnego roztworu gumy i pozostawiamy na powietrzu tak, żeby płyn powolnie wysychał. W ten sposób unikniemy skurczeń nawet u delikatnych przedmiotów. Następnie na gumę nakładamy cokolwiek balsamu kanadyjskiego i przykrywamy szkiełkiem przykrywkowym. Do bardzo mało utrwalonych przedmiotów, znajdujących się w kropli wody na szkiełku przedmiotowym, doda-



jemy gumy arabskiej w proszku i następnie roztwór poddajemy wysychaniu w sposób podobny, jak wyżej. Według Belajewa. Scripta Bort. Hort. Petrop. T. III, str. 423.

Gummi arabicum. Roztwór, aby zwolnić ruchy ciałek nasiennych 195

„ z siarczanem glinu do naklejania pasków ochronnych, albo etykietek na szkiełkach przedmiotowych 31

Do zatapiania przedmiotów, przeznaczonych do krajania 223

Gymnospermae. Wzrost na grubość korzenia 108

Pnia 87

Patrz również Picea i Pinus.

Histogeny na wierzchołku wzrostu 127, 205

Gynaeceum 216

Hadrom 74

Haploidalna ilość chromozomów 266

Heidenhaina hematoksylina żelazista 258

Helleborus. Budowa liści 121

Helodea canadensis. Ruchy protoplazmy 42

Stożek wzrostu 128

Hemalaun, według Pawła Mayera.

1 gr. hemateiny rozpuszczony w 50 cm. 90% alkoholu przez ogrzanie dodajemy do roztworu 50 gr. alunu w 1 litrze wody destylowanej. Po ostygnięciu i opadnięciu osadu, ciecz filtrujemy. Przy użyciu czystych odczynników wystarczy ostrożne zlanie. Roztwór ten nie potrzebuje tak, jak inne roztwory stać przez dłuższy czas, ale można go zaraz używać. Przez dodanie kryształku tymolu przeszkadzamy rozwojowi grzybów. Zabarwione skrawki przemywamy wodą destylowaną, albo zwyczajną. Większe przebarwione kawałki należy przemyć słabym, np. 1% roztworem alunu, jeżeli chcemy osiągnąć zabarwienie jądra. Pod działaniem amonjaku, znajdującego się w powietrzu i zasady ze szkła, hemalaun ulega rozkładowi podobnie, jak każdy wodny roztwór alunu z hematoksyliną. Powstaje wówczas

osad, jednakże znajdująca się nad nim ciecz barwi również dobrze, jak i przedtem. Rozkładowi temu możemy przeszkodzić, niezupełnie wprawdzie, przez dodanie 2% kwasu octowego. Taki kwaśny hemalaun jest znacznie jaśniejszy, ale barwi jeszcze ostrzej. Kwas usuwamy ze skrawków, przemywając je w zwykłej wodzie.

Hemalaun. Użycie 93, 144, 145

Hemateina z amonjakiem 144, 145

Hematoksylina Delafield'a, często zwana hematoksyliną Grenachera. 1) Nasycony roztwór hematoksyliny krystalicznej w alkoholu absolutnym, 2) amonjak z alunem krystalicz. nasycony, rozpuszczony w wodzie. 4 cm. 1), na 150 cm. 2). Przez tydzień pozostawić na świetle, przefiltrować i rozcieńczyć 22 cm. gliceryny i 25 cm. metylowego alkoholu. Przed użyciem najlepiej pozostawić przez dłuższy czas w spokoju, dopóki nie opadną wszystkie strąty.

Hematoksylina. Barwienie błon komórkowych 51

Użycie 140, 178

Należy zawsze przechowywać 10% roztwór hematoksyliny, który z wiekiem staje się bardziej skuteczny. W razie potrzeby rozcieńczamy ten roztwór, na 1 część hematoksyliny 9 części wody. Roztwór ten przy zachowaniu odpowiedniej czystości, a przedewszystkiem gruntownym wymyciu alunu żelazistego, można używać przez wiele miesięcy.

Hematoksylina żelazista Heidenhaina.

Użycie 257

Hemerocallis. Załóżnia 216

„ fulva. Pylek 206

„ Pręciki 206

Henkinga nóż mikrotomowy 253

Heracleum Sphondylium. Włoski. Chwytnie ciałek nasiennych u paproci 197

Heterocysty 152

Hippuris vulgaris. Wierzchołek wzrostu 123, 126, 127



Histogeny	127, 129, 205
Hordeum vulgare. Wierzchołek wzrostu korzenia	130
Hycinthus. Liście, szparki oddechowe	60
Zalążnia	216
„ orientalis. Woreczki pyłkowe, pyłek	210
Korzenie	105
Hydathody	62
Hydrocharis morsus ranae. Włoski korzeniowe	41
Hymenium	179, 180, 181, 182
Hymenomyces. Owocowanie	180
Budowa vegetatywna	140
Hypanthium	237
Hypokotyl, podliścieniowa część łodygi	205, 223, 228, 232, 233
Hypoderma, podskórnia	75
Igielka platynowa. Użycie przy bakterjach	166
Igielki do preparowania	10, 125
Iglaste, <i>p.</i> Gymnospermae.	
Igły dla skrawków mikrotomowych	249
Immersja jednorodna	4, 5
Użycie	23
Immersja wodna	4
Użycie	23
Immersyjne systemy	4
Użycie	23
Immersyjny płyn	4
Odległość	4, 5, 24
Przechowywanie	5
Użycie	23, 24
Współczynnik załamania	4
Indusium, zawijka	191
Inicjały histogenów	130 131,
„ miazgi	82, 90
Integumenty, osłonki	202, 204, 217, 219, 220, 225, 235
Internodium, międzywęzle	126
Intyna	201, 207, 213, 214
Inulina	55
Reakcje	55
Iris. Woreczki pyłkowe i pyłek	210
„ florentina. Liście, szparki oddechowe	57
Korzenie	108
Iris germanica. Kłacze, leukoplasty	48
Izolowanie obrazu barwnego w preparatach bakterji	162

Jabłko. Budowa	237
Jajo	166, 186, 196, 197, 204, 218, 219, 220
Jamki proste	56
Jednostronnie obwódtkowane	77, 89, 111
Obwódtkowane	83, 89, 94, 96
W nitkach grzybów	141
Jamki sitkowe	90, 97, 98
Jaskier, <i>p.</i> Ranunculus.	
Jąderka pozajądrowe	260
Jąderko	35, 69, 220, 242, 258, 260
Jądro	28, 35, 58, 66, 69, 141, 143, 146, 147, 242
Barwienie na żywo	150
Nagromadzanie barwników	28
W nitkach grzybni	141, 178
Fazy podziału. Terminologia	261
Obserwowanie na żywych roślinach	242
Podział	243, 258, 259, 263
„ Utrwalanie i barwienie	244, 258, 263
Wielojądrowych komórek	141, 143, 173, 178
Jądra biegunowe	220
Jądro komórki jajowej	204, 220
„ wtórne woreczka zalążkowego	218, 219, 220
„ zarodkowe	220
Jednoliścienne. Wzrost na grubość pnia	79
Wzrost na grubość korzenia	108, 109
Wiązki przewodzące	71
Powstawanie zarodka	226, 228
Jemiola, gałązki. Plasmodesmy	266
Jęczmień. Korzeń, wierzchołek wzrostu	130
Jęczyzek (ligula) u Selaginella	198
Jęczyzkowate (Ligulatae)	197
Jod. Roztwory jodu należy przechowywać w ciemności, albo w naczyniach ze szkła chromowego.	
Jod metaliczny. Zabarwienie mączki	22
W alkoholu	22
Z gliceryną. Roztwór jodu w glicerynie, względnie z następującym potem dodaniem wody. Użycie	28, 31, 96, 101, 102
Z wodanem chloralu	44
Jod w jodku potasu. Użycie	22, 43, 51, 54, 117, 143, 267
Barwienie bakterji	157, 163
Przygotowanie tego roztworu	51, 157



Jod w jodku potasu. Barwienie tkanki podobłóczkowej u porostów	142
Barwienie, względnie utrwalanie ciałek nasiennych	174, 177
Reakcja glikogenowa	180
Dla stwierdzenia plasmodesmów	266
„ „ mączki w pyłku	211
Według Russowa 0,2% jodu i 1,64 jodku potasu. Użycie	266
Z kwasem siarczanym do barwienia błonnika. Użycie	51, 56, 57
Jodła (Abies) gałązki. Plasmodesmy	267
Jodococcus vulgaris	164
Juel'a płyn do utrwalania	245
Junga mikrotomy. Użycie	251
Suszarka	248

Kamfora. Roztwór białka po dodaniu kamfory daje się przechowywać 249

Kamienne komórki 52

Karbol z fuksyną. Roztwór do barwienia bakterji 162

Karmin. Użycie 144

Barwienie błon 78

Boraks-karmin. Użycie 28, 31

Karmin z alunem według P. Mayera.

Kwasu karminowego 1 gr., alunu

10 gr., destylowanej wody 200 cm.

Rozpuszczanie odbywa się przy

ogrzaniu. Roztwór filtrujemy, prze-

chowujemy przez dodanie antyseptyku,

jak np. kryształków tymolu,

albo 1% kwasu salicylowego, roz-

puszczającego się w niewielkich

ilościach. Barwnik ten barwi bar-

dzo dobrze nawet preparaty utrwa-

lone kwasem osmowym. Przy prze-

mywaniu wodą destylowaną, pro-

toplazma jest cokolwiek zabarwio-

na, jednak i to zabarwienie można

usunąć roztworem alunu, albo słabym

kwadem. Patrz karmin z kar-

minem alunowym.

Grenachera alkoholowy boraks-karmin.

Rozpuszczamy 2—3% karminu, 4%

boraksu w wodzie przez gotowanie,

rozcieńczamy jednakową ob-

jętością 70% alkoholu, po dłuższym

pozostawieniu roztworu w spoko-

ju, filtrujemy go. Archiv. f. mikr.

Anat. Tom XVI, str. 468.

Wskazaniem jest jeszcze następane

potraktowanie przez 24 godzin 2%—4% roztworem kwasu szczawowego w 70—80% alkoholu. Overton. Zeitschr. f. wiss. mikr. Tom VII. 1890, str. 16.

Grenachera wodny karmin boraksowy. Gotujemy 1—2% boraks w wodzie  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  karminu, przez co otrzymujemy świetny, ciemno-purpurowy roztwór, do którego ostrożnie dodajemy kroplami kwasu octowego, ciągle wstrząsając płynem, dopóki barwnik nie stanie się czerwonym i nie przybierze wyglądu zwykłego roztworu amonjakalnego. Po 24 godzinach utworzy się osad, poczem płyn dekantujemy. Archiv. f. mikr. Anat. Tom XVI. 1900, str. 466.

Karotyna 47

Kartofel, bulwa 13

Kiełkowanie. Ziarno pszenicy 236

Kinoplazma 260

Kłoczek z drzewa do mikrotomu 248

Klosze szklane do mikroskopu 6

Do wilgotnej komory 10

Knoppa pożywka 147

Użycie 147, 172

Kokki 157

Kokornak, p. Aristolochia.

Kollenchyma, zwarcica 86, 100, 102,

115

Koleoptile 232

Koleorhizza 231, 234, 236

Koło zębate na statywie 13

Komora oddechowa u wątrobowców 138

„ wilgotna 157

Komórki doprowadzające 122

„ graniczne (heterocysty u No-

stoc) 152

„ przepuszczające 108

„ skupiające w liściu 63

„ towarzyszące 74, 77, 82, 86,

100, 102

„ zamykające w szparkach odde-

chowych 58

„ wielojądrowe 141, 143, 173,

175, 179

Kondensator 5

Konectiv 206, 207, 208

Konidia z plechy porostu 177

Koniuszek korzenia Vicia faba 258



Kopulacja u <i>Mucor mucedo</i>	175	Kwas karbolowy. Prześwietlanie ziaren pyłkowych	213
U <i>Spirogyra</i>	170	Do trwałego przechowywania roztwo- rów białka	250
Kora pierwotna	71, 75, 80, 99, 129	Kwas mlekowy. Prześwietlanie	199
Koralina, t. j. kwas rozolowy rozpusz- czony w 30% węglanie sodu. Bar- wienie ścian komórkowych i za- sklepki	76, 77, 96	„ octowy. Użycie	54, 68, 126, 145, 158, 160, 244
Korekcja chromatycznej i sferycznej abe- racji w obrazie	3	Działanie na tłuszcze	33
Korekcyjna oprawa obiektywów	4, 23	Patrz również alkohol z kwasem oc- towym, roztwór Flemminga i Jue- la, płyn do utrwalania.	
Korek. Budowa	114	Zieleń metylowa, <i>p.</i> zieleń metylowa i kwas octowy.	
Reakcje	117	Kwas pikrynowy. Użycie	33, 78, 143, 144
Warstwa pod kolcami	68	Utrwalanie aleuronu	33
Korzeń. Budowa	105	Kwas siarczany. Użycie	56, 60, 93, 106, 117, 134, 151
Wzrost na grubość	108, 109	Działanie na ziarna pyłku	208, 212, 213
Korzeniówka, <i>p.</i> <i>Monotropa</i>	218	Rozcieńczony. Użycie	52, 94, 158, 162
Kosaciec, <i>p.</i> <i>Iris</i> .		•	162
Kość słoniowa roślinna. Bielmo z <i>Phy-</i> <i>telephas macroparpa</i>	267	Przygotowanie	94
Krajanie brzytwą cienkich przedmiotów	26, 41, 57, 59, 89, 124, 133	„ i cukier dla reakcji na białko	29
Przy pomocy mikrotomu	251	„ i pyoktyna dla wykrycia plasmodesm	266
Między palcami	124, 203	Zachowanie się naskórka	60
„ kawalkami korka	223, 226	Kwas solny. Użycie	68, 69
„ rdzeniem bżowym i ze sło- necznika	59	Działanie na skorupki okrzemek	152
Kropla wisząca. Badanie w niej	166, 214, 242	Reakcje na drzewnik	94
Krzemionka. Wykrycie	69, 151	1% dla traktowania preparatów kar- minowych	146
Krzyżowe. Rozwój kielka	223	„ z alkoholem, traktowanie skraw- ków mikrotomowych, zabarwianych safraniną	255
Kukurydza. Łodyga, wiązki przeprowa- dzające	71	Kwas solny i chlorek wapna. Preparaty z okrzemek	151
Kultury bakterji	157	<b>Laburnum vulgare.</b> Korek	116
Glonów	170	<b>Lamium.</b> Włoski, ruchy protoplazmy	40
Grzybów	175, 176, 177	Lampa do mikroskopowania	7
Łągiewek pyłkowych	214	Lathyrus. Kultura łągiewek pyłkowych	214
Mchów	190	Leptom	74
Na szkiełkach przedmiotowych	166, 170, 177	Leucojum. Pylek	211
Kupki ( <i>sori</i> )	191, 192	Leukoplasty	35, 47, 48, 49, 60, 97, 242
Kutyna	207	Leptothrix <i>innominata</i>	164
Reakcje	116, 117	Lewkonja. Liście, włoski	65
Kwas azotowy. Użycie	29, 151	Lewuloza	53
Działanie na sferyty fosforanu wap- nia	55	Lilja. Założenia	216
Działanie na sferyty inuliny	55	Liliaceae dla podziału jądra	266
Kwas fellonowy	117	Lilium. Liście, szparki oddechowe	60
„ jabłkowy. Pobudliwość plemników	197	Woreczki pyłkowe i pylek	207, 210
„ karbolowy. Prześwietlanie przed- miotów	207, 227	Zapłodnienie	222



Lilium. Podział jądra	263	Marchantia polymorpha. Sporogonium	186
Linina	262	Spreżyce	186
Lipa. Budowa pnia	99	Zapłodnienie	186
Drewno do krajania twardszych przed-		Budowa wegetatywna	136
miotów	124	Marchew. Ciałka barwne	47
Listewki ochronne, naklejanie	31	Materiał zielnikowy. Użycie do mikro-	
Listwy zgrubienia	50, 109, 136, 193,	skopowego badania	142, 199
	201, 209	Matthiola annua. Liście, włoski	65
Liścienie	205, 224, 225, 231	Mäulego reakcja manganowa na drewno	94
Pochwa	225, 231, 233	Mączka	16, 48, 83, 96, 211
Lobelia. Kultura łagiewek pyłkowych	214	„ barwiąca się z jodem na czerwono-	
Lupinus albus. Nasienie	31	winny kolor	83
Lupy	7, 8	Mączka kartoflana	16
„ aplanatyczne	8	Zabarwienie z jodem	22
Zastosowanie	125	Pęcznienie	22
Lusterko mikroskopowe. Nastawienie		Mączka statolitowa	83, 131
	13, 24, 189	„ wykrycie w ziarnach chlorofilowych	44
Lycopersicum esculentum. Owoce, ciała		Mchy, p. Marchantia, Mniem, Polytrichum, Sphagnum.	
barwne	45	Mech, liście. Budowa, ziarna chlorofilowe	134, 135
Lycopodium complanatum. Budowa łodygi	112	Mechaniczna tkanka	122
Lycopodium Selago. Budowa	113	Patrz włókna lękowe, zwarcica, twar-	
Lysimachia Nummularia. Budowa woreczków pyłkowych	214	dziel.	
Łagiewki pyłkowe. Ich hodowla	206,	Systemy tkanek	74
	211, 219, 235	Meristema, p. miazga	127
Łożysko (placenta)	193, 216	Mestom	74
Ług potasowy. Działanie na korek	117	Metody maceracji	103, 104
Na bakterje	159	„ odbarwiania w preparatach z bakterji	160
Na mączkę	22	Mezocarpium, śródowocnia	227, 238, 239
Prześwietlanie przedmiotów	126, 200,	Miazga	79, 80, 82, 84, 85, 88, 98,
	225, 229		100, 101, 107
Wykrycie mączki	44	„ korkotwórcza	81
Łuska okrywająca u iglastych	202	Pochodzenie	114
Łuski na liściach	67	Miazga międzywiązkowa	85
Rozwój u Hippuris	126	„ wiązkowa	84
„ u wątrobowców	136	Miazgi pierścień	79, 80, 84, 85, 88,
Łyko	74, 82, 90, 96, 97, 102, 103		89, 109
Macierzyste komórki ziarn pyłku	209	Miejsca przepuszczające, względnie prążki	75, 83, 108
Podział jądra	263	Miękisz drzewny	87, 91, 100, 101, 113
Mak. Płatki korony. Budowa	123	„ gąbczasty	120, 121, 122
Malwa. Pylek	212	„ lękowy	90, 100, 101, 102
Maranta arundinacea. Mączka	20	„ palisadowy	120, 121, 122
Marchantia polymorpha. Ciałka nasienne		Mięso z owocu gruszki	52
	185	„ pomarańczy	239, 240
Łożyska	183	Mikrometr	38
Plemnice	184	Mikrometryczna śruba i jej podziałka	13, 6
Rodnia	185		
Rozmnażanie	183		
Rozmnożki	183		



Mikroskop. Opis	11, 12, 14	Nasienie. Capsella Bursa pastoris	223
Czyszczenie	25	Picea excelsa	204
Przechowywanie	25	Pirus Malus	237
Użycie	11	Naskórek (cuticula)	46, 60, 69, 216
Mikrotomy proste	59	Barwienie	60, 116, 117
Złożone	251	Izolowanie	60
Mikrotomy ręczne. Użycie	59, 60	Prażkowanie	45, 46, 69
Mikrotom studencki	254	Reakcje	60, 117
Mikrotomowe skrawki	249, 250, 252, 254	Warstwy	117
Naklejanie	250	Nasturcja, <i>p.</i> Tropaeolum.	
Barwienie	255	Nicotiana. Hodowla łagiewek pyłkowych	214
Mikrozomy	35, 146, 242	Nigrozyna z pikryną, <i>p.</i> także pikro-nigrozyna.	
Millona odczynnik	29	Nitki łączące	258, 261
Mimoza. Pyłek	214	„ plazmatyczne. Plasmodesmy	266 i nast.
Mnium. Ziarna chlorofilowe	43	„ z pręcików u Tradescantia	34, 242
„ hornum. Czepiec	188	Nitowie u mchów	135
Hodowla zarodników	189	Nitron do wykrycia azotanów	54
Rąbek brzeżny	189	Nocna świeca. Pyłek	211
Szparki oddechowe	190	Nostoc commune. Budowa	152
Sporogonium	189	Notorrhizae. Zarodek	224
Mnium undulatum. Budowa wegetatywna	134	Nożyczki do preparowania	9, 125
Zabliźnianie ran	135	Nucellus (ośrodek woreczka zalążkowego)	203, 217, 221, 238, 239
Monotropa Hypopitys. Zalążnia i zalążki	218	Nucleolus, <i>p.</i> jąderko.	
Morchella esculenta. Owocnia	179	Objektyw do preparowania	7
Mucor mucedo	174	Objektywy. Apochromaty (czyszczenie)	3
Zarodnie	175	Do immersji jednorodnej	5, 23
Zarodniki sprzężone	175	Do preparowania	7
Mucorineae. Różnoplechowe	175	Do immersji wodnej. Użycie	5, 23
Jednoplechowe	176	Grubość szkiełka przykrywkowego	4
Myriophyllum. Wierzchołek wzrostu	128	Oprawa korekcyjna	4, 23
Naczynia	72, 74, 77, 84, 101, 104	Odczynniki, <i>p.</i> spis II.	
„ dla olejku immersyjnego i balsamu kanadyjskiego	5, 79	Obserwowanie działania pod mikroskopem	21
„ do barwienia	257	Odczynniki do zamykania preparatów, <i>p.</i> balsam kanadyjski, gliceryna, gliceryna z gumą, gliceryna żelatynowa, gummi arabicum.	
Nadmanganian potasu. Preparaty z o-krzemek	151	Odnajdywanie określonych miejsc w paracie	167
Barwienie drzewnika	194	Odwadnianie przedmiotów	245, 263
Naklejanie listewek ochronnych na szkiełku przedmiotowym	31	Oenothera biennis. Pyłek	210
Naklejanie skrawków mikrotomowych	249	Okienko (mikropyle)	203, 217, 228
Nalewka z siana dla bakterji	165	Określenie wielkości przedmiotów mikroskopowych	38
Nalot na nalewce z siana	155, 156, 165	Okrzemki, <i>p.</i> Diatomeae.	
Nalot z zębów. Badanie pod względem bakterji	164	Okrywy galaretowate. Uwidocznienie	157
Narcissus. Zapłodnienie	222		
Nasienie. Budowa u Alisma Plantago	226		



Okular do rysowania	7	Oświetlenie, sztuczne	8
Okulary kompensacyjne	3	Ovarium, załącznia	215
„ odwracające obraz	6, 7	Owies, <i>p. Avena</i> .	
Użycie	125	Owoc. Budowa	226, 228, 237
Olejek goździkowy. Prześwietlanie ziaren pyłku	213, 214	Owocolistki	215
Do preparatów z bakterji	160	<b>Paeonia.</b> Hodowla łagiewek pyłkowych	214
Wyświetlanie skrawków zabarwionych	33, 256	Papaver Rhoëas. Płatki korony, budowa	123
Olejek eteryczny	33, 118, 240	Paproć samcza, <i>p. Scolopendrium</i> .	
„ kostny do oliwienia mikroskopu i części mikrotomu	25, 253	Paprocie. Wiązki przewodzące	109
Olej rycynowy	32	Wierzchołek wzrostu korzenia	132
Ołówki kolorowe i tabliczki do barwienia	159	Patrz także <i>Aspidium</i> , <i>Polypodium</i> i <i>Scolopendrium</i> .	
Oogonia	173, 174	Parafina do zatapiania przedmiotów	246
Oospora u <i>Vaucheria</i>	169	Usuwanie ze skrawków	255
<i>Ornithogalum umbellatum</i> . Bielmo	56	Parakarmin Mayera. Użycie	144
<i>Oscillaria</i> . Budowa	153	Pas obojętny w ruchu protoplazmy	41
Przygotowanie preparatów	153	Pączkowanie komórek u drożdży	154
Ruchy	153	Pektynowe ciała. Zabarwienie	51
Osmowy kwas. Przechowywać w ciemności, patrz również roztwór Fleminga.		<i>Pelargonium zonale</i> . Włoski gruczołowe	70
1% - wy	170, 172, 185, 267	<i>Pellionia Daveauana</i> . Leukoplasty	49
2% - wy	244	<i>Penicillium crustaceum</i>	178
1% jest również bardzo odpowiedni do utrwalania małych przedmiotów pod szkiełkiem przykrywkowym, co można najlepiej uskutecznić, dodając kroplę roztworu na brzeg szkiełka przykrywkowego.		Owocnia	179
Osmowy kwas. Działanie na aleuron, kryształy białka, olejki, tłuszcze	33	<i>Perianthium</i> w rodni u <i>Marchantia</i>	187
Działanie par. Drobne przedmioty w kropli wiszącej, przy pomocy tych par można dobrze i prędko utrwalić; w tym celu kładziemy szkiełko przykrywkowe z wiszącą kroplą skierowaną w dół na naczyńiu, zawierającym 1% - wy kwas osmowy. Wystarczy pozostawić szkiełko przykrywkowe tak na kilka minut, a nawet dłużej. Do barwienia przedmiotów utrwalonych w ten sposób odpowiednia jest fuksyna z zielenią metylową.		<i>Periblema</i> 127, 128, 129, 130, 131, 232	
Osmowy kwas. Utrwalanie komórek roślinnych o wysokim napięciu (turgor)	263	<i>Pericambium</i> , <i>p. pericykel</i> .	
Ostróżka, <i>p. Delphinium</i> .		<i>Pericarpium</i>	227
Ośrodki przyciągające	225, 262	<i>Pericykel</i> , omiażdże 85, 105, 106, 107, 131, 131	
		<i>Periderma</i> 80, 101, 114, 115, 117	
		<i>Peronosporae</i> . Narządy rozmnażania	177
		<i>Peristom</i>	189, 190
		Pęcznienie mączki	22, 45
		Błon komórkowych 56, 93, 224, 238, 267	
		Pęd. Wierzchołek wzrostu	123
		Pędzel. Przenoszenie skrawków	27
		<i>Phajus grandifolius</i> . Leukoplasty	48
		<i>Phaseolus vulgaris</i> . Mączka	9
		<i>Phellom</i>	118
		<i>Phellogen</i>	115, 117
		<i>Phelloderma</i>	115, 116
		<i>Phloema</i>	74
		<i>Phoenix dactylifera</i> . Nasienie	56
		<i>Phycomycetes</i>	175
		<i>Phytelephas macrocarpa</i> . Plazmodesmy	268
		<i>Phytophthora infestans</i> . Konidia	177



Phytophthora infestans. Narządy rozmnażania	177
Pływki	177
Wysiewanie	176, 177
Picea excelsa. Komórki generatywne	204
Nasiona	204
Rodnie	204
Zapłodnienie	204
Zarodek	204
Pierwociny drewna	74, 82, 85, 110, 113
„ lyka	74, 77, 82, 85, 110, 113
Pikronigrozyna. Nasycony wodny roztwór kwasu pikrynowego, do którego dodano wodnego roztworu nigrozyny, aż do nadania mu głęboko oliwkowo-zielonego zabarwienia.	
Podwójne zabarwienie	78
Pinnularia viridis. Budowa	148
Podział	150
Pinus silvestris. Budowa pnia	87
Kwiaty męskie	199
„ żeńskie	201
Pylek	200, 201
Szyszki	202
Zalążki	202
Zapłodnienie	203
Zapylenie	203
Pirola. Zawiązek nasienia	218
Pirus comunis, p. gruszka.	
„ Malus. Budowa owocu	237
Pisum sativum. Nasienie	27
Plamka oczna na pływkach	171
Plazmoliza	39, 40, 42, 147
Plecha heteromeryczna	142
„ homoeomeryczna	142
„ porostów. Budowa vegetatywna	142
„ wątrobowców. Budowa	136
Pleochroizm	47
Pleroma	127, 128, 130, 131, 205, 232
Plumula na kielku	232
Płatki. Budowa	122, 123
Pływki	171, 177
Podwójne zabarwienie	28, 77, 78
Bakterji	161, 162
Podział komórki	150, 152, 153, 157, 166, 220, 242, 258, 260
Obserwacja na żywej roślinie	242
Podział redukcyjny	264
Pokrzywa. Włoski parzące	68, 69
Polaryzator. Użycie	24, 47
Przy pleochroizmie	47

Polypodium vulgare	194
Ciałka nasienne (plemniki)	195
Otwieranie się rodni	196
Plemnia	196, 197
Przedrośle	194
Rodnia	196, 197
Zapłodnienie	196
Polytrichum	135
Pomarańcz. Budowa owocu	239
Pomidor. Ciałka barwne	45
Pompa powietrzna do przedmiotów mikroskopowych	50, 227
Porosty galaretowate	142
Porostnica, p. Marchantia.	
Porosty, p. Anaptychia.	
Porzeczką. Periderma	117
Postacie inwolucyjne u bakterji	165, 167
Potrójne zabarwienie	255
Powietrze w preparatach. Usuwanie	30, 34, 45, 50, 123, 178, 221, 227
Pożywka dla hodowli glonów	147
Prążkowanie błony komórkowej	55, 56
Preparaty, p. wyświetlanie.	
Etykiety	31
Nastawianie	14
Odnajdywanie określonych miejsc	167
Odwracanie	27, 125
Podstawa	9
Porządkowanie skrawków	30
Przygotowywanie	31
Świeże, przygotowywanie	13 26
Tymczasowe zamknięcie	79
Usuwanie pęcherzyków powietrza	30, 40
Zamykanie	78, 145, 161
Oznaczenie. Jeżeli chcemy oznaczyć szkiełko przedmiotowe, wystawiane podczas zabarwiania preparatów na rozmaite działania, daje się to najlepiej skutecznie przy pomocy szkła wodnego. Piszemy nim na szkiełku przedmiotowym, a następnie miejsce to ogrzewamy, wystawiając go przez kilka sekund na działanie niebieskiego końca w płomieniu palnika Bunzena. Uderzenie o twardy przedmiot wystarcza, aby usunąć ziarnistą powierzchnię pisma, które staje się gładkie i opiera się działaniu wszelkich odczynników. Robert F. Griggs. The Ohio Nat. 1907, s. 157.	



Preparaty trwale	30, 33, 78, 145, 153, 160, 166
Preparowanie na ciemnym tle	125
„ „ jasnym „	125
Z mikroskopem do preparowania	124
Z mikroskopem złożonym	6, 125
Z obiektywem, odwracającym obraz	6, 125
Z okulem albo pryzmatem	6, 125
<i>Primula sinensis</i> . Włoski gruczołowe	69
Procambium	129, 205, 234
Proteinowe ciała	28
Reakcje	29
Protoksylema	74
Protonema	135
Protophloema	74
Protoplasty. Ich połączenie	266
Protoplazma. Reakcje	28, 29, 208
Pryzmat do rysowania	7, 37
„ odwracający obrazy	6, 7
Użycie	125
Pryzmat Porro	7
Przedrośle nagonasiennych	201, 204
Paproci	44, 194
Przekroje promieniste. Ich zorjentowanie	50, 88
Przenoszenie przedmiotów do gliceryny, względnie do gliceryny żelatynowej	145
Do balsamu kanadyjskiego	33, 258
Przepona cylindryczna	12
„ irysowa. Użycie	12
Przestrzenie międzykomórkowe	27, 72, 98, 116, 132
Przez rozzerwanie	72
„ rozstąpienie	72, 91
Przetehlinki	115
Przykrywkowe szkiełka	9, 257
Badanie między dwoma szkiełkami przykrywkowymi	127
Czyszczenie	12
Nakładanie	30
Oznaczanie grubości szkiełka przykrywkowego	8, 9
Przyrządy oświetlające	6, 24
Patrz również Abbe'go przyrząd oświetlający.	
Przyrząd polaryzacyjny. Użycie	24, 47
Przyswajanie dwutlenku węgla	122
<i>Psalliota</i> . Ciało owocujące	180
„ <i>campestris</i> . Budowa weg.	141

<i>Pteridium aquilinum</i> . Wiązki przeprowadzające	109, 110
Pteridophyta. Wiązki przeprowadzające	109
Patrz <i>Aspidium</i> , <i>Polypodium</i> , <i>Pteris</i> i <i>Scolopendrium</i> .	
<i>Pteris cretica</i> . Wierzchołek wzrostu korzenia	132
Pudełka do preparatów	11
Pulpit do rysowania	8
Użycie	35, 36
Pylniki (antherae). Budowa	208, 209
Mechanizm otwierania	209
Pyoktanina. Jest to bardzo czysty fiolet metylenowy, znany pod nazwą pyoktanin <i>coeruleum</i> u L. Merck'a w Darmstademie.	
Pyoktanina dla połączeń protoplazmatycznych	266
Pyrenoidy. Budowa i zachowanie się	143, 145, 147
<i>Quercus suber</i> . Korek	117
<i>Radicula</i> , korzonek	205, 224, 232
Rafidy	81
<i>Ranunculus acer</i> . Mączka statolitowa	83
„ <i>ficaria</i> . Zarodek	228
„ <i>repens</i> . Rozłogi, wiązki przeprowadzające	82, 83
Ranunculaceae. Załącznia i załączki	215, 216
Raspaila reakcja	29
Rąbek brzeżny w torebce mchu	189
Rącznik. Nasienie	31
Rdzeń	55, 84, 99, 107, 129
Elementy promieni rdzeniowych do przeprowadzania białka i zawierające mączkę	97, 98
Promienie rdzeniowe, pierwotne, względnie wtórne	88, 97, 98, 99, 103
Tkanka (warstwa)	142, 182
Rdzeń z bzu czarnego. Użycie i otrzymanie	
Reakcja na błonnik	51
Rewolwer. Użycie	5, 6, 15
Rhizoidy, kosmki	134, 136, 137, 194
Rhododendron. Ziarna pyłku	213
<i>Ribes rubrum</i> . Periderma	117
Rotacja	40



Rozmięczenie materiału zielnikowego	138, 147, 199	Secale cereale. Łodyga, nalot z wosku	70
Rozwój zarodka	220, 225	Selaginella Martensii	198
Róża. Kolce	67	Budowa wegetatywna	198
Zabarwiony sok komórkowy	47	Duże zarodnie	198
Różnoplechowość, heterothalia u Mucor		Małe „	198
Mucedo	175	Seniła metoda do wykrycia cukru, p.	
Ruchy molekularne Browna	21	cukier.	
Ruchy protoplazmy	34, 69, 123, 175, 214	Seta, szypułka	188, 189
Podrażnienie przez skaleczenie	42	Sferokryształy	55
Warstwa ścienna	42	Sferyty fosforanu wapnia	55
Rura mikroskopowa przesuwana w po-		Inulina	—
chwie	15	Shepherdia canadensis. Liście, łuski	66
Poruszana zapomocą koła zębatego	14	Siarczan aniliny. Reakcja na drzewnik	94
Rurki mleczne	84	Simplex	6
„    sitkowe	72, 74, 78, 83, 86, 90, 96, 99, 102, 106, 111, 113	Zastosowanie	138
Russula. Ciało owocujące	180	Siphonale	171
Ruta graveolens. Budowa liścia	118	Sklerenchyma, twardziel	52, 74, 75
Rzęsy (wici) u bakteryj	157, 162	Sklerenchymy pierścień	82, 84
W ciałkach nasiennych	74, 185, 195	„    pochwa	82, 112
W pływkach	171, 173, 177	Sklerenchymatyczne włókna	56, 72, 75, 77, 84, 110, 227, 238
Rysowanie	18, 36	Skorkowaciale błony. Reakcja	117
Saccharomycetes. Budowa	154	Skrawki. Porządkowanie	30
Saccharomyces cerevisiae. Budowa	154	Przenoszenie	27
Kielkowanie	154	Skrawki mikroskopowe. Przygotowanie, p. krajanie.	
Saccharum officinarum. Nalot woskowy	70, 71	Skrytokwiatowe naczyniowe, p. paprocie.	
Safranina. Plazmodesmy	266	Skrzydło w nasionach iglastych	200
Do podziału jądra	255	Słonecznik. Rdzeń, zastosowanie	59
Zabarwienie błon	78, 113, 126	Słupek	215
„    pektyny w ziarnach pył-		Soczewki skupiające w komórkach skórki	63
ku	207	Solanum lycopersium. Owoce, ciałka barwne	45
Sambucus nigra. Przetchlinki	115	Solanum tuberosum, p. kartofel.	
Pień	115	Sok komórkowy	35
Saneckowaty przyrząd do zmieniania		„    mleczny. U glistownika	84
objektywów	6	U ostromleczów	21
Użycie	12	Sok zabarwiony	45, 46, 47, 61
Saneckowy mikrotom. Użycie	251	Sosna, p. Pinus silvestris.	
Schizomycetes, p. bakterje.		Sól Seignetta	52
Schizosaccharomycetes	154	Spermatja	183
Schizogeniczne przestwory międzykomór-		Spermatozoidy, p. ciałka nasienne.	
kowe	73, 91	Spermogonia. U porostów	183
Schultzego metoda maceracyjna	103	Sphagnum. Budowa wegetatywna	136
Scolopendrium vulgare. Budowa liścia		Spirogyra. Kopulacja	170
	191, 192	„    majuscula. Budowa	147
Kupki	191, 192	Hodowla	147
Zarodnie	192, 193	Spirochaete dentium	164
Zawijki	191	Splachnaceae	189
Scutellum, tarczka	232, 233, 237	Sporogonium	188



Sprężyce (elatera) u wątrobowców	188	Terpeny	33
Statolity	83, 131	Testa	224, 225, 228, 238
Statyw	12	Tetrazy	198, 214
Stereidy i stereomy	75	Thallus (plecha) u porostów	142
Sterigmy	178, 181	U wątrobowców	137
Stigma u pływek	171	Theca w woreczkach pyłkowych	207
Stolik do pracy	8	Thoma-Junga mikrotom	252
Storczyki. Nasienie	228	Tilia parvifolia. Budowa pnia	99
Zalążek	221	Tkanka korkowa	81, 92, 114
Zalążnia	221	„ podobłóczkowa	179, 181
Zapłodnienie	221	„ transpiracyjna	122
Strelitzia Reginae. Kwiaty, cialka barwne	45	„ zasadnicza	72, 75, 80, 81, 111
Zabarwiony sok komórkowy	46	Tłuszcz. Komórki tłuszczowe u pszenicy	30
Suberina. Reakcje	117	„ Krople	152
Sudan z gliceryną. Przygotowanie i zastosowanie	117	„ Usuwanie z preparatów	159
Symbioza porostów	142	„ Zachowanie się	33
Syncarpium	226	Torowiec, <i>p.</i> Sphagnum.	
Synergidy	219, 225	Torus	89, 94
Syringa vulgaris. Budowa liści	121	Tracheidy, cewki	72, 76, 77, 84, 86, 88, 90, 100, 101, 102
Wierzchołek wzrostu	130	Tradescantia. Hodowla lagiewek pyłkowych	214
Szczytowa komórka w korzeniu	132, 133	Tradescantia irginica. Podział jądra	241, 260
Szkiełka przedmiotowe	9	Pyłek	210
Czyszczenie	13	Szparki oddechowe	60
Szparag, jagody, ciała barwne	45	Włoski na przęcikach	34, 35
Szparki oddechowe. Budowa	57	Tradescantia zebrina. Liście, szparki oddechowe	61
Na owocach	237, 239	Włoski z przęcików	40
Na torebce mchu	190	Trama u Hymenomycetes	180
Zamykanie i otwieranie	60	Trianea bogotensis. Włoski korzeniowe	41
Sztuczne źródła światła przy mikroskopowaniu	9	Trichoginy	183
Śluz. Tworzenie się	216, 225	Triticum durum. Mączka	20
Śluzowe komórki u wątrobowców	139	„ vulgare. Zarodek	231
Śluzowacenie	225	Ziarno pszenicy. Budowa	29, 30, 228
Świerk, <i>p.</i> Picea excelsa.		Tropaeolum majus. Liście, szparki wodne	63
Tabaka. Hodowla lagiewek pyłkowych	214	Kwiaty, cialka barwne	44
Tapetowe komórki	210	Trzcina cukrowa, <i>p.</i> Saccharum.	
Tarczka w zarodku pszenicy, <i>p.</i> scutellum.		Tulipan. Pylniki i pyłek	210
Tasznik pospolity. Rozwój zarodka	223	Zalążnia	216
Taxus baccata. Korzeń, wzrost na grubość	109	Tusz do uwidocznienia utworów galaretowatych	157
Termoregulator	249	Tworzenie się zarodników u bakterji	160, 164
Terpentyna. Użycie	32, 160, 254	Tymczasowe zamknięcie preparatów	79
Usunięcie parafiny	249, 255	Urtica dioica. Włoski	68
Wenecka, z żółtym woskiem do tymczasowego zaklejania preparatów	79		



<i>Vallisneria spiralis</i> . Liść, ruchy protoplazmy	41	Wierzchołek wzrostu korzenia	130, 205
<i>Vaucheria sessilis</i> . Organy rozmnażania	172, 173, 174	Pnia	123 i nast.
<i>Verbascum nigrum</i> . Kwiaty, zabarwiony sok komórkowy	46	Wieszadelko (funiculus)	217
Płatki. Budowa	123	" (suspensor)	226
<i>Vibrio buccalis</i>	164	Wilgotna kamera duża. Użycie	19, 166
<i>Vicia faba</i> . Koniuszek korzenia, podział jądra i komórki	258	"    "    mała. Użycie	63, 166, 170, 176
<i>Vinca</i> . Kwiaty, zabarwiony sok komórkowy	46	Wiscyna. Nitki w ziarnach pyłkowych u <i>Oenothera</i>	211
Włókna sklerenchymatyczne	56	Włoski czuciowe, względnie brodawki na nitkach przecinkowych u blawatka	66
<i>Viscum album</i> . Plazmodesmy	265	Włoski. Budowa	64
		Ruchy protoplazmy	41
		Włoski korzeniowe	41
		Włosz do porządkowania przedmiotów	30
Walec osiowy	72, 75, 87, 101, 112, 127, 134	Włókna drzewne	101
W korzeniach	105, 130	"    łykowe	99, 100, 101, 104
U mchów	134	"    wspierające	260
U widlaków	112	Woda anilinowa. Przygotowanie	161, 255
Wapna fosforan. Wykrycie	55	Użycie	161, 255
"    szczawian.    "	51, 68, 80, 120, 175	Woda anilinowa z fioletem metylowym do barwienia bakteryj	162, 163
"    węglan.    "	69	Woda anilinowa z fuksyną do barwienia bakteryj	161
Warstwa mączki u paproci. Pochodzenie	10	Wodan chloralu (chloralhydrat)	130
Warstwa korowa u porostów	142, 182	Do wyświetlania	213, 214, 231
"    ścienna protoplazmy	42, 262	Wodan chloralu z jodem. Wykrycie mączki	44
"    włóknista w pomarańczy	240	Woda do naklejania skrawków mikroskopowych	250
Warstwy zgrubienia w błonie komórkowej	56, 93, 116, 224, 239	Przygotowana, aby usunąć powietrze z preparatów	50
Wątrobowce, <i>p. Marchantia</i>		Woda <i>Ja elle'a</i> (Kalium hypochlorid). Można go dostać w każdej aptece. Działanie na błony kutynizowane	126
Wegetatywne jądro	210, 214	Usuwanie drzewnika	94
Wiązki przewodzące	72, 74, 82, 83	Wyświetlanie tkanek	126, 130
U jednoliściennych	71	Wodniczki (vacuole)	152, 172, 178
Koncentryczne	110	Wolutyna. Występowanie i zachowanie się	150
Otwarte	82, 86	Wosk	58, 70, 71
Pochwy	72, 75, 76, 120, 121, 122	Dla tymczasowego zaklejenia preparatu	79
Promieniste	105, 106, 107	Nalot	58, 70, 71, 237
Rozwój	126	Wykrycie	70, 71
W liściu	120, 121	Woreczek załączkowy. Budowa i rozwój u <i>Aconitum Napellus</i>	217
Zakończenia	122, 123	Iglaste	204
Zamknięte	71, 74, 79, 80		
Zredukowane	121		
Widlaki	111, 112, 198		
Widlaki różnobarodnikowe	198		
Wielojądrowe komórki	141, 143, 173, 175, 179		
Zarodniki	173, 175		



Woreczek załączkowy u <i>Monotropa Hypopitys</i>	218
Storczyki	221
Woreczki pyłkowe	200, 201, 207
Otwieranie się	209
Wrzeciono jądrowe	260, 264
Wstawki, paraphyzy	179, 180
Wyświetlanie preparatów	160, 169
Patrz również wodan chloralu, ług potasowy, kwas karbolowy, kwas mleczny.	
Wyżarzanie okrzemek	151
Wzrost na grubość u dwuliściennych	84, 99, 108
Iglastych	87
Jednoliściennych	79
Korzenia	109
<i>Yucca</i> . Załącznia	216
<i>Yuccaeae</i> . Pień, grubienie	79
Zabarwienie na żywo	40, 150
Zabarwienia trwale	78
Zabliźnianie ran u mchów	135
Zaklejanie preparatów	78, 145, 161
Załączek. Prosty	204
Załącznia. Budowa u <i>Alisma Plantago</i>	222
U <i>Delphinium Ajacis</i>	215
„ <i>Hemerocallis</i>	216
„ <i>Hyacinthus</i>	216
„ <i>Lilium</i>	216
„ <i>Triticum</i>	231
„ <i>Tulipana</i>	216
Załącznia dolna	216
„ górna	217
Zapłodnienie u <i>Cladophora</i>	171
U <i>Marchantia polymorpha</i>	187
„ <i>Monotropa Hypopitys</i>	220
„ <i>Peronosporae</i>	177, 178
„ <i>Picea excelsa</i>	205
„ <i>Polypodium vulgare</i>	196, 197
„ <i>Spirogyra</i>	170
„ Storczyków	221
„ <i>Vaucheria sesilis</i>	170
Zaraza wodna, <i>p. Helodea</i> .	
Zarodek. Budowa i rozwój u <i>Alisma Plantago</i>	226

Zarodek. Budowa i rozwój u <i>Capsella Bursa pastoris</i>	223
„ <i>Picea excelsa</i>	204
„ <i>Triticum vulgare</i>	231
Zarodnia duża (makrosporangium)	198, 217
„ mała (mikrosporangium)	198, 201, 207
Zarodnie	171, 172, 175, 197, 198
Paproci	191
Otwieranie się	193
Zbiorniki gumy	99
Zbiorniki olejów w pomarańczy	239
Zdrzewnienie	51, 52, 78, 94
Błaszek środkowych	93
<i>Zea Mays</i> . Łodyga, wiązki przewodzące	71 i nast.
Ziarna mączki kształtu kości przedramiennej	21
Ziarna mączki	16
Jądro	17
Tworzenie się	43, 47
Uwarstwienie	17
Złożone	18, 20, 48
Ziarna pyłku	200, 201, 206
Kultura	214
Wyświetlanie	213
Zielenice ( <i>Chlorophyceae</i> )	171
Zieleń jodowa; z równym powodzeniem można zamiast niej, użyć zieleni metylową ( <i>p. zieleń metylowa</i> ).	
Zieleń metylowa i kwas octowy. W 1—2% kwasie octowym rozpuszczamy tyle zieleni metylowej, aż płyn nabierze mocno błękitno-zielone zabarwienie	
Zieleń metylowa i kwas octowy do barwienia ziarn pyłkowych	211
Do utrwalania i barwienia podziału jądra	257, 261, 266
Z fuksyną	28
„ karminem alunowym. Podwójne zabarwienie	78
Złoty deszcz ( <i>Laburnum vulgare</i> ). Korrek	116
Znamię	215, 235
Zooglea	157, 165
Zwarcica, kollenchyma	85, 100, 102, 115
Zwierciadło na mikroskopie preparacyjnym	125
Zygnema	171



Zygoty u <i>Mucor Mucedo</i>	175, 176
U <i>Spirogyra</i>	170
„ <i>Vaucheria</i>	173
Żabiściek. Włoski korzeniowie	41
Żelatyna w roztworze cukru do hodowli lagiewek pyłkowych	214
Żyto. Żdźbło, nalot wosku	70

Żywica. Zachowanie się	33, 92
Żywica Damarowa. Rozpuszcza się w ciepłej terpentynie i odparowuje aż do otrzymania syropu.	
Żywiczne przewody	88, 90, 91, 97
Źródło światła przy mikroskopowaniu	9

## ERRATA.

str.	2	wiersz 2 od dołu	zamiast przecinany	czyt. przeginany
„	7	„ 13 „ góry	„ aplanetycznemi	„ aplanatycznemi
„	8	„ 15 „ dołu	„ położony	„ położonej
„	9	„ 21 „ góry	„ nadwyręża	„ nadwyręża
„	14	„ 17 „ dołu	„ przypuścić	„ należy przypuścić
„	21	„ 10 „ „	„ utworów mączko- twórczych, pod wpły- wem pobrania wody	„ utworów mączko- twórczych.
„	55	„ 2 „ „	„ fosforanu potasu	„ fosforanu wapnia
„	62	„ 9 „ góry	„ poddechowa	„ oddechowa
„	79	„ 7 „ „	„ imersja	„ immersja
„	79	„ 10 „ „	„ imersyjnego	„ immersyjnego
„	84	„ 6 „ „	„ sklerenchematyczny	„ sklerenchymatyczny
„	93	„ 17 „ dołu	„ barwnika	„ odczynnika
„	108	„ 18 „ góry	„ w walcu	„ z walcem
„	117	„ 13 „ „	„ fenolowego	„ fellowowego
„	130	„ 16 „ „	„ roztwór chloralhy- dratu	„ roztwór wodoru chloralu (chloralhy- drat)
„	135	„ 18 „ „	„ oplątek	„ splątek
„	155	„ 9 „ dołu	„ chorotwórczem	„ chorobotwórczem
„	161	„ 16 „ góry	„ Erlicha	„ Ehrlicha
„	162	„ 10 „ „	„ Erlicha	„ Ehrlicha
„	177	„ 10 „ dołu	„ oogonia rodni	„ oogonia (rodnie)
„	179	„ 17 „ „	„ obłóczka	„ obłóczki
„	192	Rys. 101	„ <i>Scolopendrum</i>	„ <i>Scolopendrium</i>
„	223	„ 117	„ v—wiązka przeprowa- dzająca sznureczki	„ v—wiązka przepro- wadzająca w sznu- reczku



## T R E Ś Ć .

Przedmowy do II go polskiego, VI-go i do IX-go wydań niemieckich.

Wstęp. Wybór mikroskopu. Statyw. Obiektyw. Okulary. Mikroskop do preparowania. Pryzmaty odwracające obraz i okulary. Lupy. Przyrządy do rysowania. Mikrometr. Stół do pracy. Oświetlenie. Szkiełka przykrywkowe i przedmiotowe. Inne narzędzia. Krajanie przedmiotów. Pudełka do preparatów. Odczynniki . . . . .	1
Rozdział I. Użycie mikroskopu. Przygotowanie preparatu. Zmiana obiektywów. Budowa mączki i działanie na nią odczynników. Duża wilgotna kamera. Użycie systemów immersyjnych, aparatu oświetlającego Abbe'go i aparatu polaryzacyjnego . . . . .	12
Rozdział II. Przygotowanie skrawka mikroskopowego zapomocą brzytwy. Aleuron. Tłuszcz. Kryształy białka. Przygotowanie preparatów trwałych . . . . .	25
Rozdział III. Ruchy protoplazmy. Jądro komórkowe. Rysowanie przy pomocy kamery. Oznaczenie powiększenia. Plazmoliza . . . . .	34
Rozdział IV. Chromatofory. Barwny sok komórkowy . . . . .	43
„ V. Tkanka. Zgrubienie ścian. Reakcje na błonnik, ciała pektynowe, cukier, azotany, inulinę, wapń . . . . .	40
Rozdział VI. Skórka. Mikrołom ręczny. Szparki oddechowe. Soczewki skupiające . . . . .	57
Rozdział VII. Włoski. Kolce. Kryształy. Wydzieliny. Wosk . . . . .	64
„ VIII. Zamknięte jednostronne wiązki przewodzące. Preparaty trwałe. Wzrost na grubość u roślin jednoliściennych . . . . .	71
Rozdział IX. Otwarte jednostronne wiązki przewodzące. Wzrost na grubość u roślin dwuliściennych . . . . .	81
Rozdział X. Budowa pnia u iglastych. Reakcje na drzewnik . . . . .	87
„ XI. Budowa pnia lipy. Metody maceracji . . . . .	99
„ XII. Walec osiowy i wtórny przyrost korzeni . . . . .	105
„ XIII. Wiązki przewodzące u roślin skrytokwiatowych . . . . .	109
„ XIV. Periderma. Korek. Przetchniki. Reakcje na korek . . . . .	113
„ XV. Budowa liści i płatków kwiatowych. Zakończenie wiązek przewodzących . . . . .	118
Rozdział XVI. Stożek vegetacyjny pędu. Zrózniczkowanie tkanek. Mikroskop do preparowania . . . . .	123
Rozdział XVII. Stożek vegetacyjny korzenia . . . . .	130



Rozdział XVIII.	Budowa wegetacyjna mszaków (Bryophyta)	134
„	XIX. Wegetacyjna budowa grzybów, porostów i wodorostów	
	Utrwalanie i barwienie treści komórkowej	140
Rozdział XX.	Okrzemki. Glony rozszczepkowe. Drożdże	148
„	XXI. Bakterje. Ich kształt. Metody badania. Preparaty na szkiełku przykrywkowym. Utrwalanie i barwienie bakteryj. Barwienie zarodników. Badanie tkanek pod względem zawartości bakterji. Historia rozwoju. Wilgotna komora. Odnajdywanie określonych miejsc w preparacie	155
Rozdział XXII.	Rozmnażanie się glonów	169
„	XXIII. Rozmnażanie się grzybów	174
„	XXIV. Rozmnażanie się grzybów i porostów	179
„	XXV. Rozmnażanie się mszaków	183
„	XXVI. Rozmnażanie się paprotników	191
„	XXVII. Rozmnażanie się roślin nagonasiennych	199
„	XXVIII. Narząd męski u okrytonasiennych	215
„	XXIX. Narząd żeński u okrytonasiennych	206
„	XXX. Rozwój i budowa nasienia u okrytonasiennych	223
„	XXXI. Owoc roślin okrytonasiennych	228
„	XXXII. Podział jądra i komórki. Utrwalanie treści komórkowej. Mikrotomy. Naklejanie i barwienie skrawków. Połączenie protoplastów	241
Rejestr I.	Spis badanych roślin	269
„	II. Wykaz najniezbędniejszych odczynników i barwników	273
„	III. Ogólny	274
Errata		294



2696











14.147  

---

JK

81 50/25

15/8 1950

20 -



POLSKA AKADEMIA NAUK  
BIBLIOTEKA  
Instytutu im. M. Nenckiego

2696