STEFANIA KOMOROWSKA-CHMIELEWSKA

(Z Zakł. Botaniki Ogólnej Uniw. Józefa Piłsudskiego
w Warszawie. Kierownik: Prof. Z. Wóycicki)

STUDIA NAD KOMÓRKAMI RAFIDOWYMI U *HYACINTHUS ORIENTALIS* I *DRACAENA DRACO*.

(Über die Raphidenzellen von *Hyacinthus orientalis*
und *Dracaena Draco*).

WSTĘP.

Na temat komórek rafidowych pisało już bardzo wielu autorów jak Kohl (1899), Meyer (1920), Molisch (1917), Robyns (1928), Rothert i Zaleński (1899), Becker i Ziegenspeck (1931) i inni, prace ich jednak wielokrotnie już omawiane nie wyczerpały całokształtu zagadnienia i wobec wielu sprzeczności wymagały rewizji. W związku z tym Z. Wóycicki poświęcił specjalne studia (1934) komórkom rafidowym i kryształonośnym u *Aspidistra elatior*, w której to pracy stwierdził bardzo ciekawą przemianę tłuszczów, występujących na terenie komórek rafidowych, począwszy już od najwcześniejszych stadiów ich rozwoju, na śluz. Przemiana ta zachodzi w pewnych określonych miejscach plazmy, zgadzających się z charakteru i położenia ze strefami ergastoplazmy („taches d'ergastoplasme vraie”), znalezionymi przez Robynsa w komórkach rafidowych korzeni u *Hyacinthus orientalis*. Wobec tego postawił Z. Wóycicki pytanie, czy i u *Hyacinthus* możemy mieć również do czynienia z tego rodzaju przemianą. Otrzymałam przeto od profesora Z. Wóycickiego polecenie sprawdzenia pracy Robynsa ze szczególnym uwzględnieniem kwestii pochodzenia śluzu i występowania ergastoplazmy.

Badania komórek rafidowych korzeni *Hyacinthus orientalis* przeprowadziłam przede wszystkim na materiale utrwalonym w alkoholu 96^o/_o, w płynie Lewitzky'ego, Flemminga (z kwasem octowym i bez) i Nawaschina. Materiał ten był krajany na mikrotomie (grubość skrawków od 7 do 10 μ) i barwiony hematoxyliną żelazistą Heidenhaina z podbarwianiem błon zielenią jasną, albo też barwiłam go gencjaną, safraniną i oranżem (potrójne barwienie), wreszcie samą safraniną lub metodą Feulgena. Poza tym prowadziłam badania na materiale świeżym krajany odręcznie i barwionym całym szeregiem barwików witalnych, oraz traktowanym różnymi mikro-reaktywami jak: reaktyw Millona, Sudan III, odczynnik Dietrich-Parat, kwas osmowy, czerwień koralinowa w wodnym roztworze sody itp.

I. Komórki rafidowe *Hyacinthus orientalis*.

A. BADANIA NA MATERIALE UTRWALONYM.

Komórki rafidowe w korzeniach *Hyacinthus orientalis* występują tylko w periblemie, układając się najczęściej w krótsze lub dłuższe pasma, które zaczynają się już w niewielkiej odległości od komórek inicjalnych. W ten sposób najmłodsze komórki rafidowe leżą często tuż za stożkiem wzrostu.

Bardzo młode komórki rafidowe posiadają normalne jądro niczym nie różniące się od jąder komórek sąsiednich. Zajmuje ono położenie niemal centralne; pozostałą treść komórki stanowi plazma z licznymi chondriozomami i usiana drobnymi wakuolkami, oraz mała wiązka kryształów szczawianu wapnia, położona najczęściej ekscentrycznie w rogu komórki i otoczona niewielką ilością substancji śluzowych. W dalszym ciągu rozwoju przestrzeń zajęta przez wiązkę kryształów i przez śluz stopniowo powiększa się, jądro zostaje odepchnięte w kąt komórki wskutek czego przyjmuje bardzo charakterystyczny półksiężycowaty kształt, plazma zaś tworzy coraz węższy pokład przybliżony. Jednocześnie cała komórka zwiększa stopniowo swą objętość wskutek znacznego wydłużania się. Wzrost komórek rafidowych odbywa się prawie z reguły w ten sposób, że zwiększa się wydatnie ich długość, podczas gdy szerokość pozostaje niemal bez zmiany.

W starych komórkach rafidowych plazma tworzy już tylko cienką otoczkę, przylegającą ściśle do błony, jądro zaś.

całkowicie usunięte w róg komórki, przedstawia się często jako utwór o niewyraźnych konturach. Jąderka w ciągu rozwoju komórek rafidowych nie ulegają żadnym widocznym zmianom. Mimo specjalnie zwróconej w tym kierunku uwagi i dokładnej analizy preparatów barwionych potrójnie i metodą Feulgena, nie zauważyłam żadnej emisji pewnych substancji z jąderka na teren jądra, obserwowanej przez Beckera i Ziegenspecka (1931) u *Anthurium* i *Cissus*.

Wiązki kryształów szczawianu wapnia we wszystkich stadiach rozwoju komórek rafidowych niezależnie od metody utrwalania i barwienia są zawsze otoczone wyraźną pochwą substancji śluzowych i nie mają żadnego widocznego morfologicznego związku z plazmą przyścienną. Pod tym względem obserwacje moje są całkowicie sprzeczne z obserwacjami Kohla (1889), który na tym samym obiekcie stwierdził, że wiązki rafidowe otoczone są zawsze dość znacznej grubości pochwą plazmatyczną. Pochwa ta łączy się według Kohla z plazmą przyścienną zapomocą pasm plazmatycznych, leżących zazwyczaj na przedłużeniu podłużnej osi wiązki.

Badając poruszoną przez Wóycickiego sprawę ewentualnej przemiany tłuszczów na śluz, otarbiający wiązkę rafidową, stwierdziłam, że u *Hyacinthus orientalis* na terenie komórek rafidowych wszystkich części rośliny¹⁾ związki tłuszczowe w żadnym stadium ich rozwoju nie występują. Barwienia zapomocą Sudanu III, kwasu osmowego, odczynnika Dietrich-Parat wykonywane wielokrotnie zarówno na materiale utrwalonym jak i świeżym dały rezultaty bezwzględnie negatywne. Tak więc ryc. 2 i 3 podane w r. 1928 przez Robynsa przedstawiają zgodnie z jego obserwacjami tylko chondriom. U *Hyacinthus orientalis* sprawa przedstawia się zatem inaczej niż u *Aspidistra*, gdzie na terenie komórek rafidowych występują obficie związki tłuszczowe (Wóycicki). *Hyacinthus* przedstawia wogóle inny typ fizjologiczny niż *Aspidistra*, bo gdy ta ostatnia należy do grupy roślin tłuszczowych, *Hyacinthus* zaliczyć trzeba do roślin wybitnie skrobiowych. Skrobia jest tu nietylko materiałem zapasowym wypełniającym komórki liści cebuli, ale występuje ona także bardzo obficie

¹⁾ W poszukiwaniu tłuszczów nie ograniczyłam się tylko do korzeni, ale zbadałam także komórki rafidowe, występujące w cebuli i we wszystkich innych częściach rośliny.

we wszystkich częściach pędu. W korzeniach skrobi brak. Wobec tego należy przypuszczać, że u *Hyacinthus* śluz tworzy się najprawdopodobniej kosztem jakichś rozpuszczalnych węglowodanów. Śluz komórek rafidowych nie powstaje zatem z jednej ściśle określonej substancji (jak na przykład tłuszczu u *Aspidistra*) lecz tworzenie się go jest prawdopodobnie związane z całokształtem przemiany materii, zachodzącej w danej roślinie.

Następną sprawą, na którą zwróciłam szczególną uwagę, było zagadnienie występowania w komórkach rafidowych stref ergastoplazmatycznych. Zdaniem Robynsa są one u *Hyacinthus* umieszczone w ten sposób, że mają zawsze kontakt z otorbieniem rafidowym i jądrem. Stanowią one ponadto charakterystyczny element komórek wydzielniczych zarówno roślinnych jak i zwierzęcych (Robyns). Ergastoplazma ta, będąca według Robynsa wyeliminowaną częścią cytoplazmy, jest impregnowana specyficzną substancją chemiczną, pozostającą w związku z funkcją wydzielniczą danej ergastoplazmy. Impregnacja ta nadaje jej wyższy stopień gęstości; ergastoplazma jest wreszcie całkowicie pozbawiona chondriomu i posiada — zależnie od użytych utrwalaczy — różne struktury. I tak po utrwalaczach octowych ergastoplazma wykazuje mniej lub więcej wyraźne warstwowanie i jest jakby poprzecinana wąskimi wakuolkami; po utrwalaczach mitochondrialnych, strefy ergastoplazmatyczne są całkowicie homogenne.

Po dokładnym przejrzaniu całego szeregu preparatów utrwalonych i barwionych różnymi metodami¹⁾ stwierdziłam, że w cytoplazmie młodych komórek rafidowych występują po utrwalaczach octowych tereny, różniące się od całości plazmy mniej lub więcej wyraźnym warstwowaniem. Są one morfologicznie identyczne z opisywanymi przez Robynsa strefami prawdziwej („vraie”, w sensie wydzielniczym) ergastoplazmy. Rozłożenie omawianych stref nie jest jednak tak stałe i charakterystyczne jak to podaje Robyns, bowiem występują one nie tylko w kontakcie z jądrem i kieszenią rafidową, ale i we wszystkich innych miejscach cytoplazmy. W komórkach rafidowych utrwalonych płynami mitochondrialnymi (Lewitzky, Flemming bez kwasu octowego) żadnych ho-

¹⁾ Sprawa ergastoplazmy Robynsa na świeżym materiale nie daje się zupełnie rozstrzygnąć.

mogennych stref, charakteryzujących się brakiem chondriomu i o większej gęstości niż reszta cytoplazmy, nie znalazłam. Wyniki te pozwalają przypuszczać, że w komórkach rafidowych u *Hyacinthus orientalis* istnieją różnice w składzie chemicznym poszczególnych miejsc plazmy. Zjawisko to nie jest czymś wyjątkowym, występującym tylko w komórkach wydzielniczych, to też przypisywanie przez Robynsa owym odmiennym chemicznie strefom specjalnych funkcji w związku z wydzielaniem¹⁾ jest, zdaje się, mało uzasadnione.

Jaka jest struktura omawianych stref ergastoplazmatycznych za życia — nie wiadomo. Robyns twierdzi, że są one homogenne, a ich warstwowa struktura, występująca po utrwalaczach octowych to tylko artefakt. Stanowisko to budzi jednak pewne zastrzeżenia, ponieważ sprawa ergastoplazmy nie da się tutaj rozstrzygnąć na świeżym materiale, a skąd inąd wiemy, że w komórkach występują często specyficzne tereny plazmy posiadające za życia struktury, które przypominają ergastoplazmę w utrwalonych komórkach rafidowych *Hyacinthus*.

Takie struktury, które dałyby się podciągnąć pod klasyczny termin „ergastoplazma” opisała np. Beckerowa (1934). Obserwowała je ona przede wszystkim za życia (por. jej fot. 1—2, tabl. IV), a następnie badała ich zachowanie się i wygląd po odwracalnej koagulacji i po stosowaniu różnych utrwalaczy (str. 355 — 356). Zdaniem Beckerowej struktury tego rodzaju są wyrazem różnic chemicznych w różnych partjach cytoplazmy.

Specyficzne tereny cytoplazmy, przypominające strefy ergastoplazmatyczne komórek rafidowych *Hyacinthus*, obserwował również Wóycicki w komórkach rafidowych u *Aspidistra elatior*. Autor ten sądzi, że właśnie w obrębie tych, różniących się wyraźnie od reszty plazmy miejsc, odbywają się przemiany chemiczne, prowadzące do wytworzenia z tłuszczów substancyj śluzowych.

B. BADANIA NA MATERIALE ŚWIEŻYM.

Badania nad komórkami rafidowymi *Hyacinthus orientalis* w oparciu o materiał świeży, przeprowadziłam we wszyst-

¹⁾ Według Robynsa istnienie owych stref „prawdziwej” ergastoplazmy decyduje o powstawaniu wiązek rafidowych.

kich organach rośliny. Najczęściej jednak korzystałam z korzeni ponieważ w cebuli, liściach i kwiatostanie komórki rafidowe występują w bardzo małej ilości. Poza tym obserwowanie ich utrudnia bardzo plastyczny i łatwo rozpuszczający się śluz, który występuje obficie i na terenie innych komórek całych tych organów.

W komórkach rafidowych obserwowanych na podłużnych, odręcznych, niebarwionych skrawkach widać za życia przysięcienną plazmę, otaczającą jasną przestrzeń, zajęta przez śluz. W środku śluzu znajduje się wiązka kryształów. Jądro jest zazwyczaj dobrze widoczne choć struktura jego jest niewyraźna (fot. 1, tabl. I).

Po działaniu na świeży skrawek 1% roztworem metolu, po upływie $\frac{1}{2}$ godziny, zostaje wyczerniony chondriom, w postaci różnej wielkości ziaren rozrzuconych równomiernie po terenie całej cytoplazmy. Barwienie świeżego materiału zapomocą Sudanu III, kwasu osmowego i odczynnika Dietrich-Parat daje rezultat negatywny. Podobnie też zawodzą próby wykrycia na terenie komórek rafidowych skrobi lub innych pokrewnych węglowodanów¹⁾.

Śluz, otaczający wiązkę kryształów, barwi się selektywnie błękitem metylenowym, czerwienią obojętną i czerwienią rutenową. Czerwień Kongo i koralina dają zawsze wyniki negatywne.

Jeśli przyjmiemy za podstawę podział śluzów według sposobu ich barwienia i cech ich konsystencji, wprowadzony przez Mangina, wówczas reakcje powyższe wskazują na pektynowy charakter śluzu *Hyacinthus*. Śluz ten barwi się równomiernie jako całkowicie homogenna masa i nie widać w nim żadnych struktur czy inkluzyj, spotykanych tak czę-

¹⁾ Skrobię występującą w komórkach rafidowych i ulegającą pod wpływem jakiegoś fermentu przemianie na śluz obserwował w kłączach *Orchis K o h l* (1899). Autor ten podaje, że pierwotne kuliste lub elipsoidalne ziarenka skrobi zmieniają powoli swój kształt na ameboidalny i stają się jakgdyby płynne. Jednocześnie podlegają one głębokim przemianom chemicznym albowiem nie barwią się już jodem na niebiesko (najwyżej wybarwiają się w nich na lekko niebieskawo niektóre tylko punkty) i najczęściej nie dają również czerwono-brunatnej reakcji amylodekstrynowej. Taką, ulegającą dezorganizacji i nie dającą typowych reakcyj, skrobię obserwowałam również u *Hyacinthus orientalis* w cebuli i w liściach ale poza komórkami rafidowymi.

sto na terenie śluzu komórek rafidowych u *Dracaena Draco* (Molisch 1916), a nawet i u *Aspidistra elatior* (Wóycicki, 1934).

II. Badania morfologiczne nad śluzem komórek rafidowych u *Dracaena Draco*.

Komórki rafidowe u *Dracaena Draco* były badane przez Molischa (1916), który stwierdziwszy piankową budowę plazmy w komórkach rafidowych storczyka *Haemaria*, badał i inne obiekty chcąc sprawdzić, czy ta wyżej wspomniana, a zdaniem jego bardzo ciekawa struktura występuje także i w komórkach rafidowych innych roślin. W wyniku tych badań Molisch stwierdził, że w komórkach rafidowych *Dracaena Draco* plazma nie posiada struktury piankowej, ale zato śluz wykazuje bardzo dziwne własności. Oto po działaniu lugolem lub czerwienią Kongo ukazują się w nim intensywnie brunatno zabarwione, leżące obok siebie, okrągłe lub owalne ciała, które w niezabarwionej i nienaruszonej komórce, są bardzo słabo lub najczęściej wcale niewidoczne. Innych szczegółów budowy komórek rafidowych autor nie podaje, ograniczając się tylko do wzmianki, że widać w nich warstwę cytoplazmy i jądro.

Zbadawszy dokładnie komórki rafidowe u *Dracaena Draco* stwierdziłam, że stosunki w nich panujące przedstawiają się nieco inaczej niż to podaje Molisch. Badania swoje przeprowadziłam na świeżych liściach i korzeniach krajanych odręcznie, a więc w sposób podobny jak to czynił Molisch.

Komórki rafidowe w liściach *Dracaena Draco* występują przede wszystkim wzdłuż wiązek, a poza tym (mniej licznie) w miększu zieleniowym. Układają się one najczęściej w krótsze lub dłuższe szeregi. Rozwoju ich nie prześledziłam; w najmłodszych dostępnych do badania liściach znajdowałam zupełnie wykształcone komórki rafidowe, w których bez żadnego barwienia widać było homogenną masę śluzu z tkwiącą w nim już gotową wiązką kryształów. Po potraktowaniu preparatu wodnym lub alkoholowym roztworem J w KJ otrzymywałam w śluzie liczne, intensywnie brunatno zabarwione ciała, identyczne z tymi, jakie opisuje Molisch. Utwory te występują w całej masie śluzu od jego powierzchni aż do wiązki krysz-

tałów tak, że o żadnej różnowarstwowości śluzu, obserwowanej przez Molischa¹⁾, nie może być mowy.

Analizując bliżej wybarwiające się lugolem ciała, stwierdziłam, że nie są to — jak sądzi Molisch — żadne inkluzje leżące w homogennym śluzie, lecz że mamy tu do czynienia z kroplami śluzu tkwiącymi w poszczególnych kamerach plazmy²⁾, posiadającej budowę piankową. Można się o tym łatwo przekonać potraktowawszy preparat alkoholem, najlepiej absolutnym. Wtedy bowiem śluz ulegając odwodnieniu kurczy się wskutek czego staje się teraz dobrze widoczna plazma, tworząca mniej lub więcej regularną sieć, o oczkach różnej wielkości (fot. 2, 3, 4, tabl. I). Jeśli teraz, obserwując preparaty pod mikroskopem przepuścimy wodę, wówczas odwodnione poprzednio i leżące w poszczególnych kamerach krople śluzu zaczynają pęcznieć wskutek czego pusta przestrzeń uzyskana przez kontrakcję między nimi a ściankami plazmatycznymi coraz to bardziej zmniejsza się, aż w końcu całkowicie znika i wtedy piankowa budowa plazmy staje się spowrotem zupełnie niewidoczna (fot. 5, tabl. I).

Szczególnie ładny obraz siatki plazmatycznej otrzymać można zabarwiając preparat czerwienią Kongo³⁾. Wówczas, po przepuszczeniu pod szkiełkiem alkoholu, widać bardzo wyraźnie silnie zabarwione krople śluzu i prawie bezbarwną plazmę, tworzącą sieć, której oczka przy błonie komórkowej są bardzo drobne (ścianki plazmatyczne grube) i stopniowo zwiększają się ku wnętrzu komórki. Jednocześnie ze zwiększaniem się oczek sieci maleje grubość ścianek plazmatycznych. Tutaj leży może źródło pomyłki Molischa, wyróżniającego 2 różne pokłady śluzu.

¹⁾ Autor ten twierdzi, że u *Dracaena* występują dwa pokłady śluzu: powierzchniowy — homogeny i głębinyowy zawierający wybarwiające się lugolem ciała. Dwuwarstwowość śluzu obserwował również Wóycicki (1934) u *Aspidistra elatior*. Tutaj wybarwione J w KJ kuliste i owalne ciała występują tylko w zewnętrznym lekko słomkowo zabarwionym pokładzie, podczas gdy intensywnie brązowy pokład wewnętrzny pozostaje zawsze jednorodny. Owalne ciała, opisane przez Wóycickiego nie są jednak homogenne ale posiadają jakby ziarnistą budowę.

²⁾ Ponieważ kamery plazmatyczne w przekrojach optycznych dają obraz sieci przeto używać będę takich terminów jak siatka plazmatyczna, oczka plazmy i t. p.

³⁾ 10% roztwór wodny.

Po dwudniowym traktowaniu skrawków czerwienią Kongo w niektórych niewyrośniętych komórkach rafidowych widać piankową budowę plazmy bez żadnych dalszych zabiegów¹⁾. W komórkach starszych, w których jest o wiele więcej śluzu, a przesełka plazmatyczne są znacznie cieńsze, dla uwidocznienia budowy plazmy trzeba koniecznie wywołać silną kontrakcję śluzu przy pomocy alkoholu. Fakty te są zapewne związane z różnym stopniem uwodnienia śluzu, w różnych stadiach rozwojowych komórki.

Piankową budowę plazmy znalazłam także w komórkach rafidowych korzeni, gdzie poza kroplami śluzu wybarwiają się także czerwienią Kongo i lugolem wąskie a długie homogenne masy, wychodzące jakgdyby z wiązek i leżące na przedłużeniu ich podłużnej osi (rys. 61 tekstu).

Rys. 61.

Schemat komórki rafidowej korzenia *Dracaena Draco* zabarwionej czerwienią Kongo. Widać, leżące na przedłużeniu podłużnej osi wiązki, homogenne masy wybarwione tak samo intensywnie jak krople śluzu.

Co do tego, czy opisana wyżej siatka, w oczkach której tkwią krople śluzu, jest istotnie plazmatyczna, właściwie ściśłych danych nie mam, nie rozporządzamy bowiem żadnym „reaktywem” na plazmę. Uważając ją za twór plazmatyczny opieram się przede wszystkim na analogji z wynikami Molischa (1916)²⁾, Kohla (1899)³⁾, Gicklorna i Möschla

¹⁾ Dzieje się to dlatego, że czerwień Kongo nie barwi prawie plazmy i przy dłuższym działaniu wywołuje lekką kontrakcję śluzu.

²⁾ Stwierdził on istnienie piankowej budowy plazmy w komórkach rafidowych *Haemaria*.

³⁾ Kohl obserwował piankową budowę plazmy w komórkach rafidowych kłączy *Orchis*.

(1930)¹⁾ oraz na fakcie niebarwienia się jej czerwienią Kongo i innymi reaktywami na śluzu. Sieć ta daje — niezbyt zresztą wyraźne — reakcje na białka.

W celu dokładniejszego zanalizowania śluzu komórek rafidowych u *Dracaena Draco* przeprowadziłam również na świeżym materiale barwienia witalne i postwitalne. Wypróbowałam działanie: nigrozyny, erytrozyny, eozyny, rubinu, induliny, błękitu wodnistego, brunatu Bismarka, dalii, prune pure, błękitu toluidyny, zieleni Janusowej, fioletu krezyłu, błękitu metylenowego, safraniny, czerwieni obojętnej, błękitu Nilu, błękitu krezyłu, hematoksyliny i gencjany. Wszystkie wymienione barwiki użyłam w roztworze wodnym 1:5000; ponadto erytrozynę, rubin S i indulinę używałam również w roztworach zakwaszonych kwasem jabłkowym.

Otrzymane wyniki przedstawiają się następująco: Fiolet krezyłu, indulina zakwaszona (oba barwiki po upływie 6 godzin), błękit toluidyny (po upływie 3 dni) i safranina (po upływie 6 dni) barwią śluz selektywnie. Po użyciu tych barwików wewnątrz komórek rafidowych przedstawia się jako homogenna intensywnie zabarwiona masa wypełniająca całą komórkę. W środku śluzu tkwi nienaruszona wiązka kryształów.

Rubin S zakwaszony, gencjana, dalia, błękit krezyłu, czerwień obojętna, błękit Nilu i erytrozyna zakwaszona nie barwią całości śluzu, ale wybarwiają w nim poszczególne nieregularne masy (fot. 6, 7, 8, tabl. II). Czas w ciągu którego następuje to wybarwianie jest różny dla różnych barwików i tak: rubin S, gencjana, dalia barwią po upływie 6 godzin, błękit krezyłu — po upływie 24 godzin, czerwień obojętna, błękit Nilu — po upływie 3 dni, a erytrozyna zakwaszona dopiero po upływie 6 dni. Owe wybarwiające się w śluzie różnego kształtu i wielkości masy są zwykle homogenne i tylko czasem mają strukturę ziarnistą (fot. 7, 8, 9, tabl. II). Charakteryzują się one tym, że po potraktowaniu preparatu alkoholem absolutnym bardzo mało kurczą się i nie ulegają rozpadowi na krople, tak jak cały wypełniający komórkę śluz (fot. 9, tabl. II). Czym są te inkluzje, występujące w mniej-

¹⁾ Autorzy ci obserwowali kontrakcję i zestąpienie się soku komórkowego, wypełniającego regularne kamery plazmatyczne w komórkach *Gladophora*; następowało to pod wpływem barwików witalnych jak błękit metylenowy, czerwień obojętna, fiolet krezyłu i t. p.

szej lub większej ilości w śluzie wszystkich komórek rafidowych, trudno powiedzieć. Biorąc pod uwagę ich sposób barwienia się oraz zachowanie pod wpływem alkoholu można tyl-

Ryc. 62.

Ryc. 63.

ko stwierdzić, że muszą się one różnić od całości śluzu jeśli nie pod względem chemicznym to w każdym razie fizycznie. Obok wyżej omówionych, selektywnie wybarwiających się inkluzyj, rozsianych po terenie całego śluzu, niemal zawsze

otrzymujemy selektywne zabarwienie materii występującej dokoła wiązki i między poszczególnymi kryształami (rys. 62 i 63, tekstu). Pozostaje to zapewne w związku z otoczkami kryształów „Hüllen der Krystalle”, obserwowanymi przez Rotherta, Kohla, Sachsa i Haberlandt'a¹⁾. Jednak reakcje podane przez Rotherta mające na celu uwidocznienie tych otoczek nie dały mi żadnego pozytywnego rezultatu.

Nigrozyna, błękit wodnisty, rubin S (nie zakwaszony), erytrozyna (nie zakwaszona), indulina (nie zakwaszona), zielen Janusowa, hematoksylina, eozyna, brunat Bismarka, prune pure, czerwień metylowa i błękit metylenowy dały wynik negatywny przy barwieniu. Wszystkie opisane wyżej barwienia stosowałam na komórkach rafidowych liści, do nich też odnoszą się otrzymane wyniki.

Analogiczne próby przeprowadzone na komórkach rafidowych korzeni przedstawiają się zupełnie identycznie. I tu również pod wpływem tych samych barwików wybarwiają się w śluzie różnego kształtu i wielkości inkluzje, nie ulegające po działaniu alkoholem żadnemu rozpadowi. Nowością,

Rys. 64.

Kolejne zmiany kształtu wiązek w związku z ich rozpuszczaniem się (schematycznie).

z którą spotykamy się na terenie komórek rafidowych korzeni jest rozpuszczanie się wiązek kryształów, świadczące o innej przepuszczalności i być może o innym chemizmie

¹⁾ Prace Sachsa i Haberlandt'a cytuję według Kohla.

śluzu. Rozpuszczanie to zachodzi w zwykłych nie zakwaszonych roztworach barwików¹⁾ już po upływie 2—3 dni²⁾ i jest połączone z ciekawymi zmianami kształtu wiązek przedstawionymi kolejno na rys. 64.

Przy barwieniu komórek rafidowych barwikami witalnymi zastosowałam również metodę infiltracji zapomocą centryfugowania³⁾. Odręcznie krajane skrawki⁴⁾ wkładałam do roztworów odpowiednich barwików o koncentracji 1 : 5000 i centryfugowałam przez 5 — 6 minut⁵⁾. Ilość obrotów wynosiła 1600 — 2400 przy odległości od osi obrotu równej 15 cm. Otrzymane po centryfugowaniu wyniki zgadzają się zupełnie z wynikami otrzymanymi przy zwykłym barwieniu opisanymi wyżej.

Dogodnością metody infiltracji przy użyciu centryfugi jest jednak to, że barwienie następuje tu bardzo szybko. Tak na przykład inkluzje wybarwiające się erytrozyną zakwaszoną dopiero po upływie 6 dni, barwią się metodą infiltracji zapomocą centryfugowania już po 5—6 minutach.

STRESZCZENIE.

1. Komórki rafidowe u *Hyacinthus orientalis* występują we wszystkich organach. Najwięcej jest ich w periblemie korzeni i piętce cebuli. W liściach występują w bardzo małej ilości.

2. Młode komórki rafidowe korzeni *Hyacinthus orientalis* posiadają plazmę bogatą w chondriom, duże jądro i małą wiązkę kryształów, otoczoną niewielką ilością substancyj śluzowych.

3. W plazmie młodych komórek rafidowych istnieją strefy o odmiennym składzie chemicznym, które po utrwala-

¹⁾ Tych samych, które używane były do badania komórek rafidowych liści, gdzie nawet po najdłuższym przebywaniu skrawków w barwikach zjawiska rozpuszczania wiązek nigdy nie zauważyłam.

²⁾ Rozpuszczanie wiązek zachodzi jednak szybciej w barwikach zakwaszonych.

³⁾ Z. I. M. Webera (1927).

⁴⁾ Centryfugowanie według wskazówek Webera całych liści nie dało mi dobrych rezultatów z powodu zbyt powolnej infiltracji barwików.

⁵⁾ Przy zastosowaniu mniejszego czasu 3 min. podanego przez Webera skrawki jeszcze nie barwiły się.

czach mitochondrialnych są niewidoczne, natomiast po utrwalaczach octowych wykazują mniej lub więcej wyraźne warstwowanie.

4. W starych komórkach rafidowych plazma tworzy tylko wązki pokład podbłonny, a jądro zepchnięte w róg komórki stopniowo degeneruje. Występująca w środku komórki wiązka kryształów jest otoczona dużą ilością substancji śluzowych.

5. Żadnej emisji substancyj z jąderka na teren jądra u *Hyacinthus orientalis* nie spotykamy.

6. Wiazka kryształów połączenia z plazmą przyścienną nie posiada.

7. Związki tłuszczowe w żadnym stadium rozwoju komórek rafidowych u *Hyacinthus orientalis* nie występują.

8. Śluz o charakterze pektynowym nie posiada żadnych struktur.

9. W komórkach rafidowych liści i korzeni *Dracaena Draco* plazma posiada budowę piankową, śluz zaś kroplistą.

10. W śluzie komórek rafidowych *Dracaena Draco* występują nieustalonego charakteru inkluzje wybarwiające się wieloma barwikami witalnymi.

11. Inkluzje te są zwykle homogenne i tylko w nielicznych wypadkach posiadają strukturę ziarnistą.

OBJAŚNIENIE TABLIC.

Tablica I.

- Fot. 1. Komórki rafidowe periblemy *Hyacinthus orientalis* w stanie świeżym. Na uwagę zasługują dobrze widoczne i duże jądra. $\times \pm 320$.
- Fot. 2. Komórka rafidowa liścia *Dracaena Draco* po kilkunastominutowym pobycie w alkoholu absolutnym. Śluz komórki silnie skurczony uległ rozpadowi na krople. $\times \pm 320$.
- Fot. 3 i 4. Fragmenty wnętrza komórek rafidowych liścia *Dracaena Draco* po przeprowadzeniu pod szkiełkiem alkoholu absolutnego. Widać wyraźnie krople śluzu, leżące w poszczególnych oczkach plazmy. $\times \pm 640$.
- Fot. 5. Ta sama komórka co na fot. 3 i 4 po przeprowadzeniu pod szkiełkiem wody. Skutkiem napężnienia śluzu struktura piankowa plazmy i kroplista śluzu stały się niewidoczne. $\times \pm 320$.

Tablica II.

- Fot. 6. Komórka rafidowa liścia *Dracaena Draco* po 6-ciogodzinnym pobycie w 1:5000 roztworze genejany. Widać mocno wybarwione homogenne inkluzje. $\times \pm 320$.
- Fot. 7. Komórka rafidowa liścia *Dracaena Draco* po 6-ciogodzinnym pobycie w 1:5000 roztworze dalii. Selektywnie zabarwione inkluzje wykazują strukturę ziarnistą. $\times \pm 320$.
- Fot. 8. Komórka rafidowa liścia *Dracaena Draco* po 6-ciogodzinnym pobycie w 1:5000 roztworze rubinu S, zakwaszonego kwasem jabłkowym. Leżące w śluzie inkluzje wykazują strukturę ziarnistą. $\times \pm 320$.
- Fot. 9. Komórka rafidowa liścia *Dracaena Draco* po 6-ciogodzinnym pobycie w 1:5000 roztworze zakwaszonego rubinu S i po przeprowadzeniu pod szkiełkiem alkoholu absolutnego. Wybarwiona rubinem S ziarnista masa nie uległa pod wpływem alkoholu prawie żadnym zmianom (kontrakcja minimalna, rozpadu brak). Śluz skurczony wskutek czego widać dobrze piankową budowę plazmy. $\times \pm 640$.

PIŚMIENNICTWO.

1. Becker R. i Ziegenspeck H. 1931. Bot. Archiv. 33.
2. Beckerowa Z. 1934. Acta Soc. Bot. Poloniae, Vol. XI.
3. Gicklhorn J. und Möschl L. 1930. Protoplasma. 9.
4. Guilliermond A. 1933. Traité de Cytologie Végétale. Paris.
5. Kohl Fr. 1899. Bot. Zentrbl., 79.
6. Meyer A. 1920. Morphologische und physiologische Analyse der Zelle. Jena.
7. Molisch H. 1913. Mikrochemie der Pflanze. Jena.
8. — 1917. Sitzb. Akad. Wien. 126, Abt. I.
9. Robyns W. 1968. La Cellule, 38.
10. Rotherth W. i Zalenski W. 1899. Bot. Zentrbl., 80.
11. Schneider H. 1922. Bot. Mikrotechnik. Jena.
12. Schilling A. J. 1894. Flora, 78.
13. Tunmann O. 1913. Pflanzenmikrochemie. Berlin.
14. Weber F. 1927. Protoplasma, 1.
15. Wóycicki Z. 1934. Acta Soc. Bot. Poloniae, Vol XI.

ZUSAMMENFASSUNG.

Im Zusammenhang mit der Umwandlung von Fett zu Schleimen bei *Aspidistra elatior*, die die Raphidenbündel umgeben, wurde einer diesbezüglichen Untersuchung *Hyacinthus orientalis* unterzogen. Hier treten Fettstoffe in keiner Phase

der Raphidenzellenentwicklung auf. Der pektinartige Schleim entsteht hier auf Kosten der Kohlenhydrate und besitzt keine irgendwelchen mikroskopischen Strukturen.

In den Raphidenzellen der *Dracaena Draco*-Blätter und -Wurzeln setzt sich der Schleim aus Tröpfchen zusammen, wobei die einzelnen Tröpfchen in den Maschen des Cytoplasmaretzes liegen (Abb. 2 — 5, T. I). Das Plasma weist hier eine Schaumstruktur auf; mit Hilfe der Schleimentquellung lassen sich diese Strukturen umkehrbar sichtbar machen (Abb. 4—5, T. I). Im Schleime liegen überdies zahlreiche körnige Einschlüsse, welche manche Vitalfarbstoffe gierig speichern (Abb. 6—9, T. II).

Institut f. Allg. Botanik
Joseph Piłsudski — Universität. Warszawa.