

P. 1528
ROCZNIK LXII.

1937

ZESZYT IV.

KOSMOS

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



WE LWOWIE

NAKŁADEM POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA W. R. i O. P.
i FUNDUSZU KULTURY NARODOWEJ

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, ULICA LINDEGO L. 4.

1937



TREŚĆ

	Str.
1. Dązdyery Szymkiewicz. — Szkice z geografji roślin (IX)	285
2. Władysław Andrzej Becker. — Protoplazmatyka . . .	309
3. Zygmunt Godyń. — Jakób Teodor Klein, przyrodnik XVIII w.	357
4. Karol Starmach. — Rodzaje polskich brunatnic i krasnorostów	371
5. Henryk Godlewski. — Mikrospielanie jako histochemiczna metoda	403

Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.

DEZYDERY SZYMKIEWICZ

Szkice z geografji roślin.

IX. Krakatau.

Położona w cieśninie Sundajskiej, między Jawą a Sumatrą, grupa wulkanicznych wysp Krakatau ma wielkie znaczenie dla geografji roślin. Na tych wyspach, porośniętych gęstym tropikalnym lasem, nastąpił w dniach 26—28 sierpnia 1883 r. niesłychanie gwałtowny wybuch, który zniszczył roślinność, zasypując ją warstwą gorącego popiołu i pumeksu, dochodzącą do 60 m grubości. Na powierzchni tych pokładów wulkanicznych wytworzyła się stopniowo nowa szata roślinna z zarodników i nasion przyniesionych z okolicznych wysp przez różne czynniki. Wynikła w ten sposób jedyna w swoim rodzaju sposobność obserwowania, jak się odbywają migracje roślin — zjawił się t. zw. problemat Krakatau. W ciągu 50 zgorą lat, które upłynęły od czasu katastrofy, zgromadzono wielki materiał obserwacyjny, który postaram się przedstawić poniżej w głównych zarysach.

Grupa wysp Krakatau, jak to jest widoczne z ryc. 1, składa się z trzech wysp. Największa z nich jest Pulu Rakata albo Krakatau, na której wznosi się góra Rakata sięgająca 813 m nad poziom morza. Na NW od niej położona jest wyspa Pulu Sertung, po holendersku Verlaten eiland, a na N najmniejsza — Pulu Rakata Ketjil, po holendersku Lang eiland. Te dwie ostatnie wyspy są niższe, wznoszą się one do 180 i 107 m. Największe wzniesienia są zwrócone ku środkowi grupy.

Wyspa Krakatau przed wybuchem 1883 roku była o wiele większa. Zapadła się ona w większej swojej północnej części w morze wraz z dwoma stożkami wulkanicznymi Perboewatan (450 *m*) i Danan (120 *m*). Jej zarysy pierwotne są zaznaczone na mapie (ryc. 2) kropkowaną linią, podobnie jak zarysy pierwotne obu wysp mniejszych. Wybuch przeciął jak nożem najwyższą górę Rakata, stąd Krakatau od północy ma stromą ścianę, sięgającą do samego morza (ryc. 3).

Pod koniec grudnia 1927 roku wznowiła się działalność wulkaniczna. Między wyspami utworzył się nowy podwodny wulkan, który wysuwając się i zapadając się kilkakrotnie wytworzył małą wysepkę Anak Krakatau (patrz mapka ryc. 1).

Jak to jest widoczne z mapki (ryc. 2), najbliższe punkty wybrzeży Jawy i Sumatry są odległe od Krakatau o 40 *km*. Bliżej są położone wyspy Sebesi i Seboekoe, których roślinność w czasie wybuchu 1883 r. ucierpiała silnie, ale nie została całkowicie zniszczona.

Zanim zajmiemy się zagadnieniem zasiedlenia wysp, trzeba rozpatrzyć kwestję, czy roślinność została całkowicie zniszczona. Z początku powszechnie mniemano, że tak było, a to idąc za twierdzeniem Treuba, który pierwszy z botaników zwiedził Krakatau w dniach 19—22 czerwca 1886 r. Potem jednak powstały wątpliwości, które znalazły swój krańcowy, zbyt nawet krańcowy, bo podyktowany animozją osobistą wyraz w książce Backera (1929). Backer, jeden z najlepszych znawców flory Jawy, zwiedzał kilkakrotnie omawiane wyspy. Formułuje on ostateczne swoje wnioski w następujących słowach:

1. Nie zostało bynajmniej dowiedzione, że wybuch 1883 r. zniszczył całkowicie życie roślinne na Krakatau.

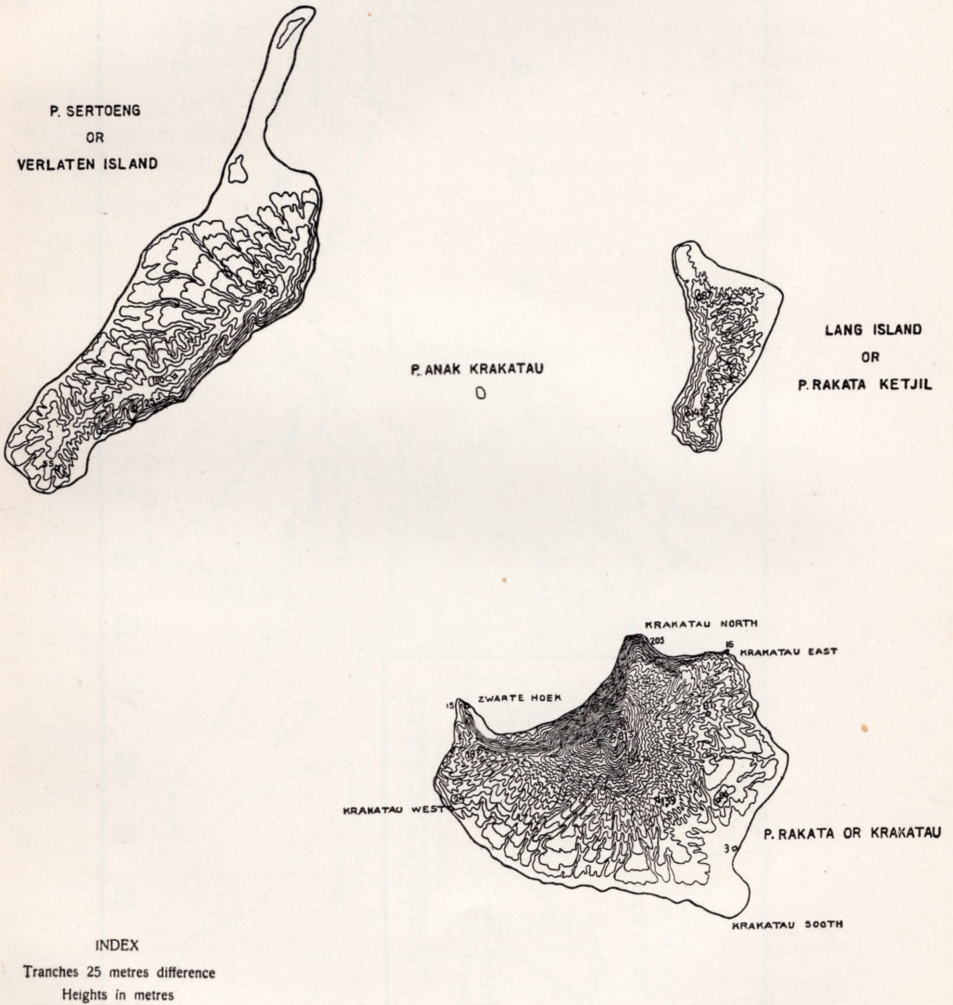
2. Nawet gdyby to zostało dowiedzione, nie wiemy — z wyjątkiem flory nadbrzeżnej — nic o sposobie, w jaki zjawiała się nowa roślinność. Wykonywano tylko ogólnikowe przeglądy, a nie dokładne obserwacje ani doświadczenia.

3. Przeto problemat Krakatau nie może być rozstrzygnięty ani teraz, ani w przyszłości i nie ma żadnego znaczenia dla wiedzy botanicznej.

Te katagoryczne twierdzenia dotyczą, jak widać z przytoczonego tekstu, nie tylko działania wybuchu na roślinność, ale także sposobu prowadzenia badań. Pozostawiając na później tę drugą kwestję, zajmijmy się z początku pierwszą. Co do niej,

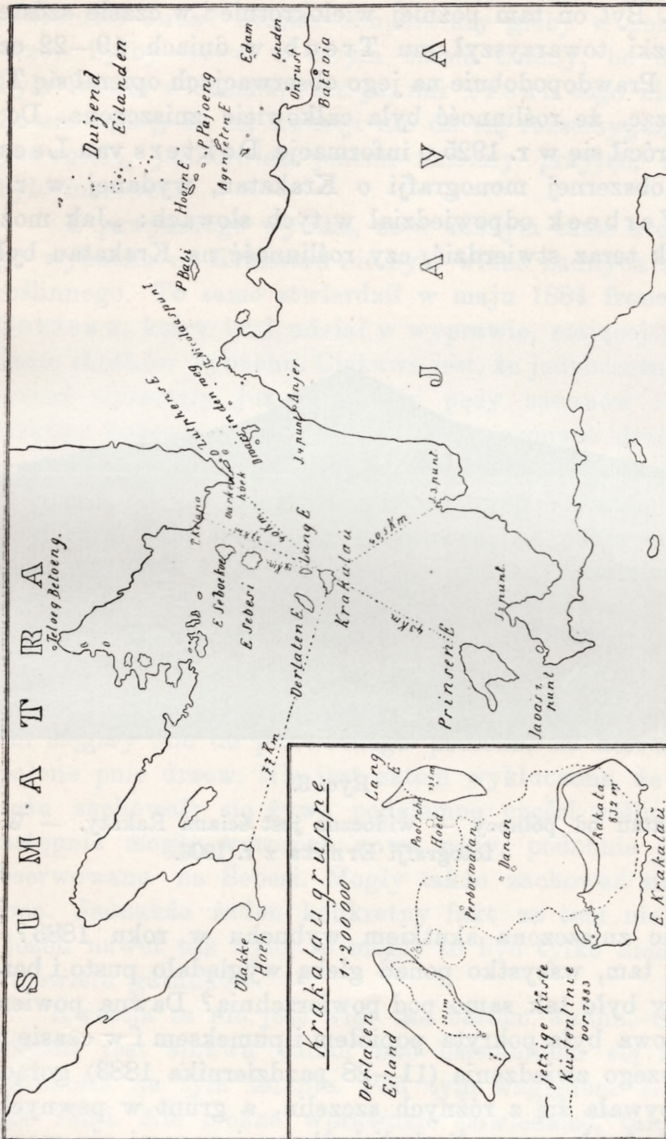
MAP OF THE KRAKATAU GROUP

From STEHN, 1929 a.



Ryc. 1.

Grupa wysp Krakatau w stanie obecnym. Warstwyce prowadzone co 25 metrów. —
Z książki Docters van Leeuvena.



Ryc. 2.

Cieśnina Sundajska z wyspami Krakatau. W rogu na lewo zarysy tych wysp przed wybuchem (kropkowane linje) i po wybuchu (linje ciągłe). — Według Ernsta.

*

najwięcej mógł wiedzieć geolog Verbeek, który zwiedził wyspy już w dwa miesiące po wybuchu w dniach 11—18 października 1883 r. Był on tam później wielokrotnie i w czasie szóstej jego wycieczki towarzyszył mu Treub w dniach 19—22 czerwca 1886 r. Prawdopodobnie na jego obserwacjach opierał się Treub, twierdząc, że roślinność była całkowicie zniszczona. Do niego też zwrócił się w r. 1925 o informacje Dokters van Leeuwen, autor obszernej monografji o Krakatau, wydanej w r. 1936.

Verbeek odpowiedział w tych słowach: „Jak może ktokolwiek teraz stwierdzić, czy roślinność na Krakatau była cał-



Ryc. 3.

Krakatau od północy — widoczna jest ściana Rakaty. — Według fotografii Ernsta z r. 1906.

kowicie zniszczona skutkiem wybuchu w roku 1883? Kiedy byłem tam, wszystko ponad glebą wyglądało pusto i bez życia, ale czy było tak samo pod powierzchnią? Dawna powierzchnia bazaltowa była pokryta popiołem i pumeksem i w czasie mojego pierwszego zwiedzenia (11—28 października 1883) gorąca para wydobywała się z różnych szczelin, a grunt w pewnych miejscach był tak gorący, że kulisi z bosomei nogami nie mogli ustać na miejscu... Również z dna wyrw wymytych przez deszcze w luźnym pumekсовym piasku aż do bazaltu wydobywała się gorąca para, tak że powierzchnia bazaltu musiała być tak gorąca, że życie roślinne było niemożliwe. Ale jak było z częściami roślin

w zwietrzalej warstwie? Być może tam temperatura nie była tak wysoka. Co prawda nie sądziłem, żeby tak było, ale jak to stwierdzić teraz? Pomiar temperatury gleby w pobliżu starych drzew byłby nawet w owym czasie trudny, bo dawna gleba była ledwie widoczna, i ani ja, ani Treub tego nie zrobiliśmy. Zatem sądzę, że tej kwestji nie da się rozstrzygnąć z zupełną pewnością, jakkolwiek jestem skłonny przyjąć, że wszystko było martwe“.

Z powyższego wynika, że w każdym razie w dwa miesiące po wybuchu na Krakatau nie było widać żadnych śladów życia roślinnego. To samo stwierdził w maju 1884 francuski badacz Cotteau, który brał udział w wyprawie, mającej na celu zbadanie skutków wybuchu. Ciekawe jest, że jednocześnie na wyspie Sebesi wyrastały już z popiołu pędy bananów i kiełkowały orzechy kokosowe pochodzące ze zniszczonych drzew.

Nie ulega wątpliwości, że w niższych częściach Krakatau, podobnie jak na całej powierzchni wysp Verlaten i Lang, roślinność została całkowicie zniszczona, bo pokrywa produktów wulkanicznych była tam bardzo gruba. Natomiast zachodzi wątpliwość co do wyższych części góry Rakata. Warstwa osadów wulkanicznych stawała się z wysokością coraz cieńsza i w niej deszcze szybko wymyły głębokie dolinki. Już w czasie pierwszej swojej wycieczki Verbeek stwierdził, że pod szczytem sięgały one do pierwotnego podłoża, na którym widniały spalone pnie drzew. Nie jest zatem wykluczone, że w tym podłożu zachowały się żywe podziemne części roślin, z których następnie mogły wyrosnąć nowe pędy, podobnie jak to było obserwowane na Sebesi. Mogły także zachować się żywe nasiona. Jednakże żaden konkretny fakt za tem nie przemawia i jeżeli nawet tak było, to mogły to być tylko nieliczne okazy z niewielu gatunków.

Kwestja ta nie jest więc tak bardzo ważna. O wiele ważniejszą jest sprawa badań nad osiedleniem się i rozwojem roślinności na tym terenie. Pod tym względem Backer ma dużo racji. Nie można wprawdzie powiedzieć, tak jak on to uczynił, że problem Krakatau nie ma żadnego znaczenia dla wiedzy botanicznej, trzeba jednak przyznać, że ta wyjątkowa sposobność została wyzyskana w nieznacznym tylko stopniu. Nie prowadzono systematycznych badań, ograniczając się tylko do rzadkich odwiedzin. Po wyprawie Treuba dopiero w 10 lat

później, w r. 1896 podjęto nowe badania przy sposobności pomiarów topograficznych, kiedy delegowana w tym celu komisja przebywała na wyspie Lang przez kilka miesięcy. Wtedy zwiedził Krakatau Boerlage, przebywając tam aż jeden dzień. W następnym roku Treub zorganizował wycieczkę, w której oprócz wspomnianego Boerlage wzięli udział Penzig, Clatriau i Raciborski. Potem była przerwa do wycieczki Valetona i Golenkina w r. 1905. W r. 1906 zwiedziła wyspy grupa złożona z Backera, Campbella, Ernsta i Pulle'go, a w r. 1908 byli tam Backer i Jacobson, pierwszy zoolog, jaki zajął się nową fauną Krakatau. Teraz znowu nastąpiła długa przerwa aż do roku 1919, odkąd wyspy były odwiedzane nieco częściej, głównie przez Dokters van Leeuvena. W r. 1931 zwiedził je powtórnie Ernst z żoną, Dokters van Leeuvenem i Wentem.

Jak widzimy, zwiedzano wyspy rzadko. Do tego wycieczki trwały krótko. Naprzykład druga wycieczka Ernsta miała taki przebieg: 28.II 1931 godziny 13—18 Verlaten, 1.III godz. 8—16 strona *SE* Krakatau, 2.III godz. 8—12 Krakatau w pobliżu przylądka Zwarte Hoek i godz. 13—17 wyspa Lang. I to wszystko. Podobnie się przedstawiały i inne wycieczki. Jeżeli się przytem uwzględni trudności, stawiane przez bardzo nierówny teren i luźne podłoże a potem także przez bujną roślinność, można łatwo zrozumieć, jak pobieżne były te badania pomimo pomocy ze strony wykwalifikowanych zbieraczy krajowców z Ogrodu botanicznego w Buitenzorgu. Stale przez długi czas (1916—21) przebywał na Krakatau Niemiec Händl, ale to nie był naukowiec, lecz przemysłowiec, który otrzymał koncesję na eksploatację pumeksu do celów budowlanych. Z nim mieszkała jego rodzina i około 30 kulisów. Syn Händla wyszukał drogę na szczyt Rakaty, na który prowadził różnych zwiedzających, m. in. w r. 1919 Dokters van Leeuvena, pierwszego botanika, który dotarł do szczytu.

Koncesja Händla obejmowała wschodnią część wyspy. Tam wystawiono budynki mieszkalne, wytknięto ścieżki i t. p., przyczem naturalnie zniszczono częściowo roślinność i wprowadzono umyślnie i nieumyślnie pewną ilość roślin. Częściowemu zniszczeniu uległa roślinność nadto 6 października 1919, kiedy jeden z uczestników wycieczki pierwszego Zjazdu przyrodników Indyj holenderskich niechcący podpalił suche trawy.

Pożar rozszerzył się szybko i objął znaczną część wyspy, dopiero nazajutrz deszcz go zgasił. Ślady tego pożaru były widoczne jeszcze w dwa lata później. Niszczeniu roślinności zapobiegło uznanie w lipcu r. 1919 zachodniej części wyspy za rezerwat, do którego po wygaśnięciu koncesji Händla w r. 1925 włączono resztę. Na wyspie Lang przebywała przez dłuższy czas, jak już wspomniałem, Komisja topograficzna a nadto obserwatorzy ze Służby wulkanologicznej. Botanicy natomiast nie prowadzili żadnych stałych obserwacyj.

Zarzuty Backera są zatem w znacznej mierze słuszne. Brzmiały one co prawda dosyć dziwnie, bo jeżeli odpowiedzialność za zbyt pobieżne badanie składać na botaników, to spadnie ona częściowo i na niego, gdyż pracował on przez dłuższy czas na terenie Jawy — zatrudniony jako rządowy botanik, zanim skutkiem jakichś nieporozumień nie opuścił tego stanowiska.

Ernst i Dokters van Leeuwen bronią się przeciwko zarzutom Backera, twierdząc, że niemożliwym jest śledzenie, skąd każda roślina przyszła i jaką drogą dostała się na wyspy. To tłumaczenie się jest tylko częściowo słuszne. Można jednak było, przebywając dłuższy czas w terenie, zbadać materiały roślinne, przynoszone na wyspy przez prądy, wiatry i zwierzęta. Sporadycznie takie obserwacje były zresztą wykonywane, a mianowicie odnośnie do prądów morskich. Zresztą trudno jest winić botaników — założenie pewnego rodzaju stacji biologicznej, bo o taką tu chodzi — wymagało oczywiście niemałych środków. Jak się ta sprawa przedstawiała w szczegółach, nie znajduję żadnych danych w dostępnych mi publikacjach. Nawiasem mówiąc, z badaniami zoologicznymi było jeszcze gorzej — zaczęły się one, jak już wspomniałem, dopiero w r. 1908. A kwestje zoologiczne są nie mniej ciekawe — naprzykład w jaki sposób dostały się na Krakatau dżdżownice?

Po tym z konieczności przydługim wstępie przystępuję do właściwego tematu. Flora omawianej grupy wysp liczyła gatunków roślin naczyniowych w latach:

1886	—	26
1897	—	64
1908	—	115
1920	—	184
1928	—	214
1934	—	271

Najciekawsze są rośliny, obserwowane przez Treuba w r. 1886. Były to następujące gatunki (gwiazdką są oznaczone rośliny znalezione na wybrzeżu, krzyżykiem — w głębi wyspy):

Paprocie (wszystkie w głębi wyspy): *Acrostichum aureum* L., *Blechnum orientale* L., *Ceropteris calomelanos* Und., *Dryopteris setigera* O. Ktze, *D. unita* O. Ktze, *Eupteris aquilina* Newmann, *Nephrolepis exaltata* Schott., *Onychium siliculosum* C. Chr., *Pteris tripartita* Sw., *P. vittata* L., *Stenochlaena palustris* Bedd.

Jednoliścienne: 2 nieoznaczone gatunki ciborowatych (*Cyperaceae*) na wybrzeżu i 2 trawy: †*Neyraudia madagascariensis* Hook. f. var. *Zollingeri* Hook. f. i *†*Pennisetum macrostachyum* Brongn.

Dwuliścienne: **Erythrina variegata* L. (?) (*Leguminosae*), **Calophyllum Inophyllum* L. (*Guttiferae*), **Hernandia peltata* Meissn. (*Hernandiaceae*), **Cerbera manghas* L. (*Apocynaceae*), **Ipomoea pes-caprae* Sw. (*Convolvul.*), †*Tournefortia argentea* L. f. (*Borrag.*), *†*Scaevola frutescens* Krause (*Gooden.*), †*Blumea humifusa* D. C. (*Compositae*), †*Wedelia biflora* D. C. (id.) i wreszcie w głębi wyspy dwa gatunki złożonych, podane przez Treuba, jako należące do rodzaju *Conyza*. Ponieważ ten badacz ograniczył się do notowania znalezionych roślin, nie zbierając okazów, niepodobna jest ustalić, co to były za rośliny. Z tego też powodu oznaczenie gatunku *Erythrina*, podanego powyżej ze znakiem zapytania, nie jest pewne.

Niższych skrytopłciowych znalazł Treub mało: 2 nieoznaczone mchy i 6 sinic z rodzajów *Anabaena*, *Hypleothrix*, *Lyngbya*, *Symploca* i *Tylopothrix*.

Najciekawszą rzeczą w tych danych jest wielka ilość paprotników: jest ich 11 na 15 okrytozależkowych, to znaczy 73·3% liczby tych ostatnich. W r. 1934 było paprotników stosunkowo mniej, ale wciąż jeszcze dużo: 52 na 217 okrytozależkowych, czyli 24·0%. Warto jest porównać te liczby z odnośniami liczbami wysp, z których flora Krakatau pochodzi. Ponieważ niema dotąd flory Sumatry, trzeba zadowolnić się Jawą. Otóż na Jawie według Backera i Koordersa rosną 504 gatunki paprotników na 3958 okrytozależkowych, co stanowi 12·7%, a więc znacznie mniej niż na Krakatau. Są to dane bardzo ciekawe,

wskazujące na łatwość rozsiewania zarodników przez prądy powietrza.

W związku z powyższem warto jest przypomnieć, że na tropikalnych wyspach oceanicznych, których flora nie jest w stanie takiego szybkiego rozwoju, lecz raczej w stanie równowagi biologicznej, ilość paprotników jest również stosunkowo duża. Tak na przykład: Mauritius wraz z Seychellami i Rodriguezem ma według Bakera (1877) 192 gatunki paprotników na 866 okrytozalążkowych, czyli 22·2%. Tak samo mniej więcej jest według Hildebranda (1888) na Hawajach — 22·0% (155 na 705). Na św. Helenie liczba ta dochodzi do 49·1% (26 na 53) (por. część V tych szkiców).

Ponieważ na Krakatau niema gatunków endemicznych, dla porównywalności trzeba właściwie dla wymienionych wysp wziąć gatunki nieendemiczne. Wówczas będziemy mieli liczby stosunkowe paprotników: dla wyspy Mauritius z przyległościami — 29·3% (171 na 583), dla Hawajów — 58·0% (76 na 131), dla Św. Heleny — 68·4% (13 na 19).

Ciekawe jest, że w podanej powyżej pierwszej florze Krakatau nie było storczyków, jakkolwiek ich nasiona są bardzo lekkie: ich waga waha się między $14\gamma^1$ (*Galeola* sp.) a $0\cdot1\gamma$ (*Epipogon nutans*). Przyczyną tego zjawiska było niewątpliwie współzycie tych roślin z grzybami, które z braku substancyj organicznych w podłożu nie miały podówczas warunków rozwoju: nasiona storczyków bez udziału specyficznych grzybów nie kiełkują w naturze (w kulturach aseptycznych można je wyprowadzić z nasion na pożywkach zawierających cukier).

Z poszczególnych rodzin okrytozalążkowych były najobficiej reprezentowane złożone, których było 4 gatunki. Zostały one przyniesione niewątpliwie przez wiatry dzięki puchowi, w który są zaopatrzone owoce, z wyjątkiem jednak *Wedelia biflora*. Owoce tej ostatniej rośliny są grube, bez puchu i mają konsystencję korka, dzięki czemu mogą pływać miesiącami. Tem się tłumaczy szerokie rozpowszechnienie rośliny od wschodniej Afryki do Polinezji.

W r. 1934 rosło na wyspach 10 gatunków złożonych. Ilość ich w stosunku do ogółu okrytozalążkowych spadła zatem

¹⁾ γ jest to miljonowa grama.

z 26·7% do 4·6%, przewyższając jednak ciągle Jawę, gdzie 86 gatunków stanowi 2·2%. Świadczy to o wielkiej skuteczności roznoszenia roślin przez wiatry. Wystąpi to jeszcze wyraźniej, jeżeli weźmiemy wszystkie złożone, jakie były obserwowane na Krakatau, nie wszystkie bowiem utrzymały się. Było ich 18 gatunków na ogólną ilość 261 zanotowanych okrytozalążkowych. Jeżeli z nich weźmiemy tylko te, których owoce są opatrzone puchem a których było 15, otrzymamy liczbę stosunkową 5·7%.

Ogółem Dokters van Leeuwen podaje wśród 26 gatunków flory 1886 roku 16 jako przyniesionych przez wiatr i 10 przyniesionych przez prądy morskie. Do pierwszej kategorii należą oprócz paproci 3 złożone i obie trawy. Z tych ostatnich *Pennisetum* ma kłoski opatrzone we włoski długie na 3 cm, *Neuraydia* zaś niema żadnych urządzeń ułatwiających rozsiewanie przez wiatr, jest to zatem przypadek wątpliwy. Co się tyczy drugiej grupy roślin — przyniesionych przez prądy morskie — jest to pewne, bo ich owoce były znajduwane wśród materiału roślinnego wyrzucanego na brzeg przez fale. Żadna roślina nie została przyniesiona przez zwierzęta — jest to zrozumiałe, gdyż w tym czasie nie znalazłyby sobie pożywienia.

Jest rzeczą niemożliwą rozpatrywać równie szczegółowo późniejsze stany flory Krakatau. W książce Dokters van Leeuvena (1936) czytelnik znajdzie zestawione odnośne dane. Ograniczę się więc do ważniejszych rzeczy dla roku 1934.

Paprotników było 52 gatunki. Były to nie tylko paprocie, jak w r. 1886, lecz także reprezentanci rodzajów: *Lycopodium* (2 gatunki), *Selaginella* (1 gat.), *Psilotum* (2 gat.) i *Equisetum* (1 gat.).

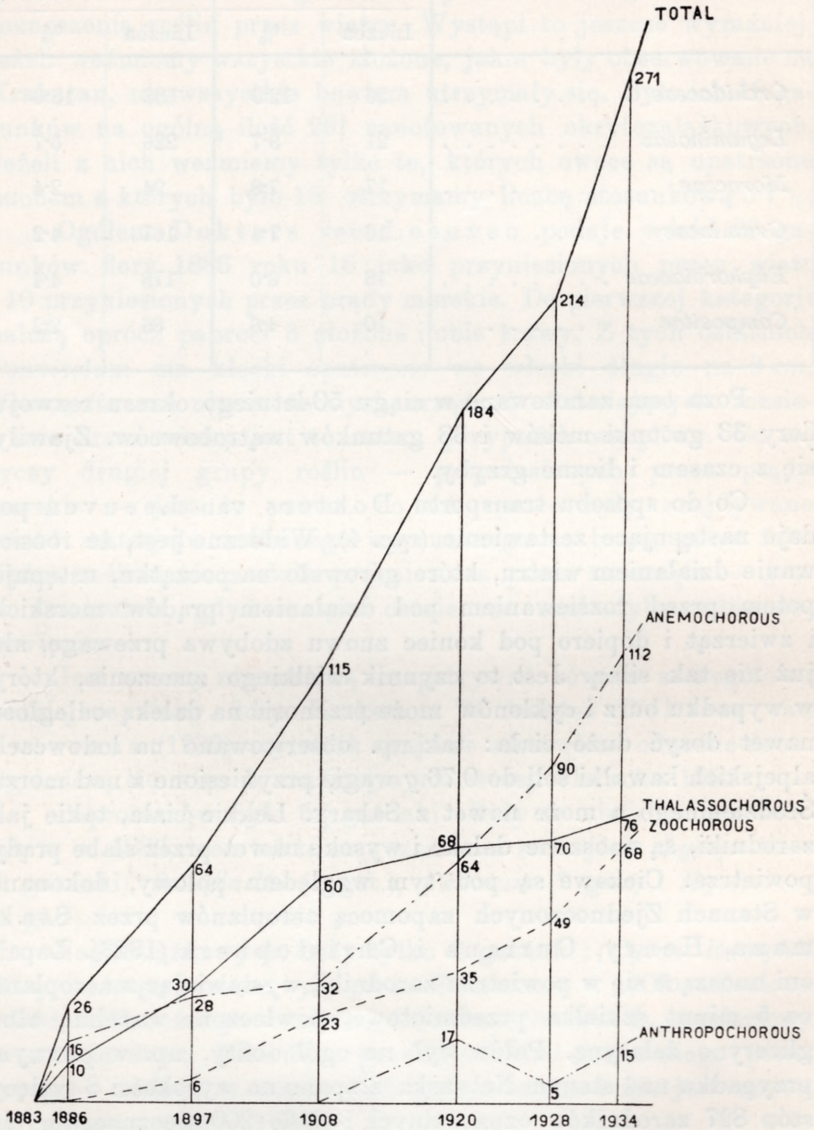
Nagozalążkowych były tylko 2 gatunki: *Cycas Rumphii* Miq., którego nasiona były przez Ernsta w r. 1906 znalezione wśród nadbrzeżnego detritusu, i *Gnetum Gnemon* L., znaleziony w pobliżu domu Händla, prawdopodobnie przez niego posadzony — roślina ta często jest kulturowana i nie jest znana na pewno w stanie dzikim.

Roślin okrytozalążkowych było 217 gatunków. Najliczniejsze rodziny zestawiam w następującej tabeli, w której przytaczam odnośne liczby dla Jawy. Obok liczby gatunków podaję procentowy stosunek do ogólnej liczby gatunków okrytozalążkowych.

	Krakatau 1984		J a w a	
	Liczba	%	Liczba	%
<i>Orchidaceae</i>	26	12·0	538	13·6
<i>Leguminosae</i>	21	9·7	226	5·7
<i>Moraceae</i>	17	7·8	94	2·4
<i>Gramineae</i>	16	7·4	167	4·2
<i>Euphorbiaceae</i>	13	6·0	173	4·4
<i>Compositae</i>	10	4·6	86	2·2

Poza tem zanotowano w ciągu 50-letniego okresu rozwoju flory 33 gatunki mchów i 38 gatunków wątrobowców. Zjawyły się z czasem i liczne grzyby.

Co do sposobu transportu Dokters van Leeuwen podaje następujące zestawienie (ryc. 4). Widoczne jest, że rozsiewanie działaniem wiatru, które górowało na początku, ustępuje potem przed rozsiewaniem pod działaniem prądów morskich i zwierząt i dopiero pod koniec znowu zdobywa przewagę, ale już nie tak silną. Jest to czynnik wielkiego znaczenia, który w wypadku burz i cyklonów może przynosić na daleką odległość nawet dosyć duże ciała: tak np. obserwowano na lodowcach alpejskich kawałki soli do 0·76 g wagi, przyniesione z nad morza Śródziemnego a może nawet z Sahary. Lekkie ciała, takie jak zarodniki, są unoszone daleko i wysoko nawet przez słabe prądy powietrza. Ciekawe są pod tym względem połowy, dokonane w Stanach Zjednoczonych zapomocą aeroplanów przez Stakmana, Henry, Currana i Christophera (1923). Łapali oni unoszące się w powietrzu zarodniki, wystawiając z aeroplanu na 5 minut szkiełka przedmiotowe, powleczone wazeliną albo gliceryno-żelatyną. Połów był na ogół obfity, np. w pewnym przypadku nad stanem Nebraska złapano na wysokości 8 tysięcy stóp 827 zarodników oznaczalnych i około 200 nieoznaczalnych. I to w ciągu 5 minut na jednym szkiełku! Nawet na wysokości 16500 stóp jeszcze złapano nad Texasem dwie uredospory *Puccinia triticina*. Oczywiście nie wszystkie te zarodniki były żywe. Próby kiełkowania wykazały jednak, że takich nie brakowało. Niestety, nie wykonywano na Krakatau podobnych obserwacji i trzeba w tych rzeczach opierać się na analogjach.



Ryc. 4.

Łość gatunków roślin naczyniowych przyniesionych na wyspy grupy Krakatau przez wiatry (*anemochorous*), morze (*thalassochorous*), zwierzęta (*zoochorous*) człowieka (*anthropochorous*). — Według Docters van Leeuvena.

Działanie prądów morskich przedstawia się, jak to widać z ryc. 4, odmiennie o tyle, że skuteczność tego czynnika słabnie z biegiem czasu: w ostatnim okresie ilość roślin przyniesionych przez prądy wzrastała powoli. Odnosnie do tego czynnika mamy jedyne obserwacje bezpośrednie na Krakatau: jest bowiem rzeczą łatwą zbadać to, co morze wyrzuca na brzeg: owoce, nasiona, drewno. Naprzykład stwierdzono, że owoce palmy kokosowej są często wyrzucane przez fale, i nawet obserwowano ich kielkowanie, m. in. na świeżo powstałej wysepce Anak Krakatau (ryc. 5).



Ryc. 5.

Kielkujący orzech palmy kokosowej na Anak Krakatau. — Według fotografii Reijnvaana z roku 1932. Z książki Docters van Leeuvena.

W pierwszych latach po wybuchu poważną rolę odgrywać mógł pumeks, którym morze i brzegi Jawy i Sumatry były zarzucone. Liczne kawały tego materiału zostały następnie zniezione przez fale i wody do morza i uniosły ze sobą prawdopodobnie zarodniki, może i nasiona, a pływając mogły je przenieść na wyspy. Takie kawały pumeksu odbywały dalekie podróże: w r. 1884 znajdowano je aż na brzegach wyspy La Réunion i Madagaskaru.

Bardzo ciekawe jest spostrzeżenie, że morze obficie wyrzuca na brzegi wysp Krakatau nasiona różnych składników mangrowe (*Rhizophora*, *Avicennia*), które kiełkują, ale nie utrzymują się z powodu nieodpowiedniego terenu. Tylko na wyspie Verlaten w pewnym miejscu zdołały osiedlić się te rośliny.

Przejdźmy teraz do kwestji przenoszenia przez zwierzęta. Chodzi tu naturalnie o zwierzęta latające: w r. 1929 było już 47 gatunków ptaków i 2 gatunki roślinożernych nietoperzy. Przeniesienie nasion może odbywać się albo wskutek przyczepiania się do powierzchni zwierząt, albo skutkiem spożywania owoców, kiedy nasiona z kałem są wyrzucane w innym miejscu. Z tych dwóch ewentualności większe znaczenie ma druga, jakkolwiek ogranicza się do soczystych owoców. Przeszkodą jest tu jednak to, że proces trawienia owoców przez ptaki odbywa się bardzo szybko. Według obserwacji Darwina trwa on $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ godziny, wyjątkowo tylko do 3 godzin. Ponieważ średnia szybkość lotu ptaków jest około 50 km na godzinę a najkrótsza odległość od Krakatau do Jawy i Sumatry wynosi 40 km, przeniesienie nasion przez ptaki w ten sposób jest możliwe, ale nie może być częste, chyba że odbywało się z bliżej położonych drobnych wysp Sebesi i innych, na których roślinność była zniszczona tylko częściowo i szybko się odtworzyła. Bezpośrednich dowodów na to jednak niema, bo wprawdzie badano zawartość jelit ptaków zabitych na Krakatau i znajdowano w nich nasiona, które posiadały zdolność kiełkowania, ale niewiadomo było, czy owoce były spożyte przez ptaki poza Krakatau. Że ta droga niezawsze jest skuteczna, dowodzi brak gązewnিকowatych (*Loranthaceae*) na Krakatau, podczas gdy na Jawie jest ich 39 gatunków. A te rośliny właśnie są roznoszone przez ptaki. Na Jawie i Sumatrze czynią to gatunki *Dicaeum* z rodziny *Nectarinidae*. Ale one w niewoli wydalają nasiona już po 12—20 minutach, przypuszczalnie tak samo na wolności. W tym przypadku roznoszenie nasion może się zatem odbywać tylko na niewielką odległość. To też na terenie zniszczonym przez wybuch wulkanu Jorullo w Meksyku a przylegającym bezpośrednio do terenu porośniętego znajdował Gadow (1930) gązewnিকowate na drzewach, które tam wyrosły.

Z wymienionych w tabeli na str. 295 liczniejszych rodzin przez ptaki musiały być przeniesione *Moraceae*, których w porównaniu do Jawy jest szczególnie dużo. Rośliny te bowiem mają soczyste owoce, zarówno *Artocarpus elastica* Rein w. jak

i 16 gatunków figi (*Ficus*), które to rośliny znaleziono na Krakatau.

Przyglądając się wzmiankowanej tabeli, stwierdzamy, że flora Krakatau ma stosunkowo mało storczyków — mniej niż Jawa. Stało się to pomimo łatwości rozsiewania nasion, niechybnie skutkiem tego, że jak już podałem nasiona te bez współudziału grzybów i to specyficznych nie kiełkują w naturalnych warunkach. Natomiast wszystkie inne liczniejsze rodziny są reprezentowane o wiele obficie. Niewiadomo, dlaczego tak się stało. Co do sposobów transportu, *Leguminosae* zostały przeniesione przez prądy morskie, bo ich owoce — strąki — zawierające zwykle dużo powietrza, długo trzymają się na powierzchni wody. *Moraceae*, jak już wspomniałem, zostały niewątpliwie przyniesione przez ptaki. *Euphorbiaceae* częściowo tą samą drogą, gdyż mają często soczyste owoce, częściowo natomiast przez prądy. Transport traw przeważnie nie da się wyjaśnić, niektóre prawdopodobnie zostały przyniesione przez człowieka. Złożone wreszcie, jak już o tem była mowa, przyniosły przeważnie wiatry.

Ciekawą kwestją jest odżywianie nowej flory Krakatau. Skład produktów wulkanicznych, któremi wyspy były zasypane, został ogłoszony przez Verbeeka według analiz C. Winklera. Podaję poniżej te analizy:

Substancje nierozpuszczalne.

	Popiół	Pumeks
	%	%
<i>Si O₂</i>	60·13	68·51
<i>Ti O₂</i>	1·10	0·82
<i>Al₂ O₃</i>	17·41	15·96
<i>Fe₂ O₃</i>	4·30	2·61
<i>Fe O</i>	1·68	1·09
<i>Mn O</i>	0·40	0·28
<i>Ca O</i>	3·36	3·14
<i>Mg O</i>	2·27	1·07
<i>K₂ O</i>	2·46	1·82
<i>Na₂ O</i>	4·88	4·01
<i>Ca SO₄</i> (anhydrit)	1·57	—
Substancje organiczne	ślady	—
Ogółem	99·56	99·31

Substancje rozpuszczalne.

	Popiół %	Pumeks %
<i>K Cl</i>	ślady	ślady
<i>Na Cl</i>	0·75	1·09
<i>Na₂ SO₄</i>	0·22	—
<i>Ca SO₄</i>	0·11	0·22
<i>Fe SO₄</i>	0·03	0·03
Ogółem	1·11	1·34

Widoczne jest z tych analiz, że podłoże zawierało wszystkie niezbędne pierwiastki odżywcze oprócz azotu i fosforu. Pokarmów azotowych dostarczyły roślinom początkowo deszcze, wypłukujące z atmosfery związki azotowe powstałe pod działaniem tak częstych w klimacie tropikalnym wyładowań elektrycznych. Wcześniej zjawieć się musiały bakterje wiążące azot w symbiozie z motylkowatami: już w r. 1886 rosła *Erythrina variegata*. Prawdopodobnie zostały one przyniesione przez wiatry, gdyż dobrze wytrzymują wysychanie (por. Thornton 1936).

W r. 1906 stwierdzono w glebie obecność wolnożyjących bakteryj wiążących wolny azot o charakterze aerobów: był to nowy gatunek *Bacterium Krakatau* (czy naprawdę nowy?). Nie znaleziono natomiast zwykłych bakteryj tego rodzaju — *Clostridium Pasteurianum* i *Azotobacter chroococcum*. Ogólna ilość bakteryj w glebie w tym samym roku okazała się taka sama jak na Jawie — od 1,300,000 do 2,800,000 na gram.

Trudno jest objaśnić, skąd rośliny brały niezbędne dla nich pokarmy fosforowe — chyba z wody morskiej i resztek roślinnych wyrzucanych przez fale, ale to może dotyczyć tylko wybrzeża. Może pochodziły z bazaltowego podłoża — bazalty zawierają dużo apatytu.

Pozostaje jeszcze omówić zespoły roślinne i ich przemiany. Ograniczę się przytem do właściwej wyspy Krakatau, gdzie z powodu wielkich różnic poziomu te rzeczy są bardziej interesujące. Dane o zespołach są jeszcze bardziej fragmentaryczne od informacji florystycznych.

W czasie pierwszej wycieczki Treuba w r. 1886 roślinność była tak rzadka, że o żadnych zespołach nie było mowy (ryc. 6). Wyższych części wyspy Treub nie zwiedził, ale

z pewnością było tam to samo. Wycieczka w r. 1897 (por. str. 290) znalazła w głębi wyspy trawiasty zespół złożony z *Saccharum spontaneum* L., *Pennisetum macrostachyum* Brogn. i *Neuraydia madagascariensis* Hook. f. Roślinność tę przedstawia niezbyt wyraźna fotografia, którą przytaczam (ryc. 7). Zespół ten sięgał daleko, czy do samego szczytu Rakaty — stwierdzić nie było można, bo wejście na górę nie udało się. Na wybrzeżu, na płaskich jego częściach wytworzył się na luźnym podłożu charakterystyczny dla tropikalnych nadmorskich piachów zespół



Ryc. 6.

Widok Krakatau w r. 1886 z zachodniej strony przylądka Zwarte Hoek. W dali Rakata. — Według fotografii Busenbendera z książki Docters van Leeuvena.

Pescaprae, złożony głównie z płożących się ziół *Ipomoea Pescaprae* Sw. (*Convolv.*), *Vigna marina* Merr. (*Legum.*), *Cnavaia maritima* Aubl. (id.) oraz traw *Ischaemum muticum* L. i *Spinifex littoreus* Merr. Zespół ten przedstawiał się prawdopodobnie tak samo, jak go później w r. 1906 widział Ernst (ryc. 8). Lasu jeszcze nie było, jakkolwiek jego główne składniki w stanie młodym już rosły: *Casuarina equisetifolia* L., *Barringtonia asiatica* Kurz (*Lecythid.*), *Terminalia catappa* L. (*Combret.*), *Pandanus tectorius* Sol. i inne.

W r. 1906 Ernst znalazł nad brzegiem poza zespołem *Pescaprae* pasmo bujnego już lasu, złożonego głównie z *Casuarina*. Drzewa sięgały 15 m wysokości. Aspekt tego lasu w r. 1906 przedstawia rycina 9, rycina zaś 10 — to samo w r. 1924. *Casuarina* jest pionierem drzew leśnych na wybrzeżach tych krajów skutkiem łatwości rozsiewania jej drobnych owoców (niełupek) opatrzonych skrzydełkiem: wiatr łatwo je roznosi



Ryc. 7.

Step trawiasty w głębi Krakatau w r. 1897. — Według fotografii Clatriau. W dali Rakata. Z książki Ernsta.

a nadto mogą one pływać na wodzie morskiej bez utraty zdolności kiełkowania przez czas bardzo długi.

We wnętrzu wyspy panował w r. 1906 ten sam co poprzednio zespół trawiasty, złożony głównie z *Saccharum* wysokości do 3 m (ryc. 11). Wśród traw, zwłaszcza w dolinach, rosły kępy drzew. Rakata była cała pokryta zielenią aż do szczytu. Wyższe jej partie nie mogły być zbadane.

W dalszym ciągu rozwoju wystąpiło stopniowo wypieranie traw przez drzewa — las z wybrzeża postępuje stale w głąb wyspy, wdzierając się dolinkami i opanowując następnie grzbiety. Charakter jego stopniowo się zmienia. *Casuarina*, która była pionierem roślinności drzewnej i dorastała 36 m wysokości, ustępuje przed innymi drzewami, wśród których przeważają różne



Ryc. 8.

Plaża między przylądkiem Zwarte Hoek a północną ścianą Rakaty, pokryta płozącami się pędami *Ipomoea Pes-caprae* i *Vigna lutea*. — Według fotografii Ernsta z r. 1906.

gatunki drzew figowych z domieszką *Barringtonia*, *Terminalia* i innych. Przyczyną jest to, że siewki *Casuarina* są światłolubne i giną w cieniu innych drzew. Charakterystyczną cechą tego lasu jest występowanie grupowe poszczególnych gatunków. Tem różni się on od pierwotnych lasów jawańskich, w których gatunki drzew są wymieszane. Epifitów jest mało. Natomiast w wielkiej obfitości występują liany — *Ipomoea glaberrima*

*



Ryc. 9.

Południowo-wschodni brzeg Krakatau z wyrzuconemi przez morze resztkami roślinnemi i nadbrzeżnym lasem. W lesie w środku *Pandanus*, po obu stronach (zwłaszcza na prawo) *Casuarina*. — Według fotografii Ernsta z r. 1906.



Ryc. 10.

Las nadbrzeżny na południowo-wschodniej części Krakatau w r. 1924. — Według Docters van Leeuvena.

Boj., *Columella trifolia* Merr. (*Vitac.*) i inne. Szczególnie obficie oplatają one *Casuarinę* (ryc. 12) i to do tego stopnia, że głuszają te drzewa i przyczyniają się do ich ustępowania przed innymi.

Roślinność Rakaty jest znana dopiero od r. 1919, kiedy jako pierwszy z botaników dostał się tam 26 kwietnia Dokters



Ryc. 11.

Polana w lesie nadbrzeżnym w południowo-wschodniej części Krakatau w r. 1906. Na lewo na przodzie *Scaevola Koenigii*. Wśród traw (*Saccharum spontaneum*) grupy palm kokosowych. Według Ernsta.

van Leeuwen. Stwierdził on, że wyższe partje od 400 m są pokryte gęstymi zaroślami *Cyrtandra sulcata* Bl. (ryc. 13). Jest to krzew z rodziny *Gesneriaceae* dorastający 3 m wysokości (ryc. 14). Jego pędy były pokryte gęsto mchami i epifitycznymi paprociami i storczykami. Stoi to w związku z wilgotnością powietrza: szczyt Rakaty często jest otulony mgłami.



Ryc. 12.

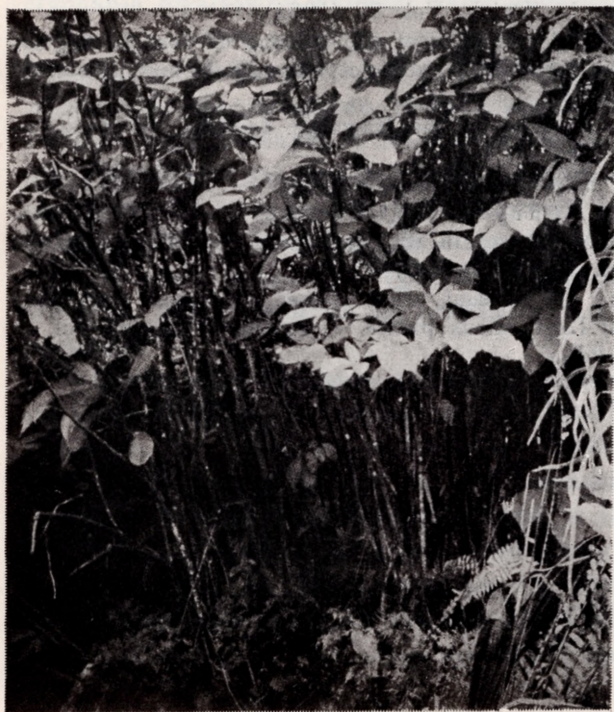
Fragment nadbrzeżnego lasu na południowo-wschodniej części Krakatau w r. 1928. Wysokie *Casuariny* oplecione przez *Ipomoea gracilis*. — Według Docters van Leeuvena.

W następnych latach wspomniany badacz kilkakrotnie do-cierał do szczytu i stwierdził ustępowanie *Cyrtandry* przed drzewami. W ten sposób las stopniowo opanowuje teren, głusząc wszystkie inne zespoły. Nie jest to wcale dziwne — las w klimacie tropikalnym jest zespołem klimaksowym. Rozwój ten jest często zakłócany przez zmiany w sypkim podłożu: deszcze w nim żłobią dolinki, fale morskie niszczą części wybrzeża lub tworzą



Ryc. 13.

Górna część Rakaty pokryta zaroślami *Cyrtandry*. — Według fotografii Docters van Leeuvena z r. 1924.



Ryc. 14.

Fragment zarośli *Cyrtandry* z górnej części Rakaty w r. 1928. — Według Docters van Leeuvena.

nowe plaże. Nadto wybuchy Anak Krakatau posypały popiołem bliższe części wysp. Na szczęście były one słabe.

Na ostatku jeszcze kilka danych ekologicznych. W miarę postępu vegetacji wytwarza się na wyspach gruba warstwa próchnicowa. Pomimo tego nie znaleziono dotąd żadnego bezzieleniowego saprofita, jakkolwiek na Jawie i Sumatrze jest takich roślin sporo. Z pasorzytnicznych roślin naczyniowych jest tylko *Cassytha filiformis* L., podobna do kianiaki, ale z innej zupełnie rodziny — z *Lauraceae*. Występuje obficie, znaleziona po raz pierwszy w r. 1897.

L I T E R A T U R A.

- Backer C. A. The problem of Krakatao as seen by a botanist. — Weltevreden (1929).
- Baker J. G. Flora of Mauritius and the Seychelles. — London (1877).
- Dokters van Leeuwen W. M. Krakatau 1883—1933. — Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. 46 et 47 (1936)¹).
- Ernst A. The new flora of the volcanic island of Krakatau. — Cambridge (1908).
- Das biologische Krakatauproblem. — Vierteljahrschr. d. Naturforsch. Ges. in Zürich. Vol. 79 (1934).
- Gadow H. Jorullo. The history of the volcano of Jorullo and the reclamation of the devastated district by animals and plants. — Cambridge (1930).
- Hildebrand W. F. Flora of the Hawaiian Islands. — London—New York (1888).
- Koorders S. H. Ekskursjonsflora von Java. — Jena (1911—12).
- Stakman E. C., Henry A. W., Curran G. C. and Christopher W. N. Spores in the upper air. — Journ. Agricult. Research. Vol. 24 (1923) 599—606.
- Thornton H. G. The present state of our ignorance concerning the nodules of Leguminous plants. — Science Progress. Vol. 31 (1936) 236—249.

¹) W tem dziele szczegółowy wykaz literatury przedmiotu.

WŁADYSŁAW ANDRZEJ BECKER

Protoplazmatyka.

Cytolog współczesny, a tembardziej cytolog najbliższej przyszłości, musi pozostawać w najściślejszym kontakcie z fizyką i chemją, a raczej musi być wytrawnym fizyko-chemikiem... Zarówno współczesny morfolog-cytolog, jako też i fizjolog-cytolog przekraczają co chwila wytknięte granice. Przyszłość cytologii leży w najściślejszym kontakcie obu rzeczonych dziedzin i budowanie nowych torów należeć będzie do tych, którzy w obu kierunkach z równą obracać się będą swobodą.

(Zygmunt Wóycicki, 1926).

I. Wstęp.

Coraz częściej w literaturze botanicznej pojawia się ostatnio wyraz „protoplazmatyka“. Może się wydawać, że powstała jakaś nowa gałąź nauki. Mniemanie takie jest jednak niesłuszne. Jak sama nazwa zdaje się wskazywać, protoplazmatyka — to nauka o protoplazmie, owem materjalnem, fizycznem podścielisku wszystkich zjawisk życiowych. Zatem protoplazmatyka, jako nauka, powstała już wtedy, gdy odkryto protoplazmę. Pierwszymi pionierami byłiby więc Corti i Fontana — odkrywcy ruchu plazmy (ruchu „soku“) u *Characeae*, byli nimi także, w najdoskonalszem tego słowa znaczeniu: Dujardin — badacz „sarkody“, Purkinje i Mohl — twórcy terminu „protoplazma“, a dalej Naegeli, Payen, Braun, Cohn, de Bary, Schultze, Brücke, Pringsheim, Hofmeister i Cien-

kowski, których prace stanowiły podwaliny naszych współczesnych poglądów na tę materję (patrz Wóycicki, 1926 i Hryniewiecki, 1927).

Protoplazmatyka nie jest więc nauką nową; tylko metody, jakimi posługujemy się przy badaniu protoplazmy, są coraz to subtelniejsze i coraz to inne otwierają możliwości.

Powstaje pytanie, czy pożądanem jest stwarzanie nowej nazwy dla dyscypliny, która przecież doskonale może się pomieścić w nauce o komórce, t. j. w cytologii. Skoro bowiem weźmiemy pod uwagę stopniowy rozwój pojęcia komórki, poczynając od Roberta Hooke'a aż do czasów obecnych, wówczas widzimy, że punkt ciężkości został z błony przeniesiony na protoplazmę. W dzisiejszem więc pojęciu „komórka“ to przede wszystkim pewna zorganizowana masa protoplazmy. Ścisłe rozgraniczenie cytologii i protoplazmatyki jest rzeczą niemożliwą. Bowiem badanie morfologiczne i fizjologiczne komórki, a więc najszerszej pojęta cytologja jest jednocześnie badaniem protoplazmy. Jednakże zakres zagadnień, jaki obejmuje współczesna protoplazmatyka, jest dużo szerszy niż zakres objęty przez współczesną cytologję. Aby to wyjaśnić i aby tem samem zrozumieć protoplazmatykę w pojęciu dzisiejszem, musimy uczynić pewną dygresję i zająć się rozważaniem, dotyczącem istoty żywego organizmu.

Klasyczny termin Purkinjego i Mohla „protoplazma“ jest dzisiaj czystą abstrakcją (Heilbrunn, Pfeiffer). W obrębie określonej masy protoplazmy nie jesteśmy w stanie oddzielić fazy „żywej“ od fazy „martwej“. Istnieje dla nas jedynie pewna całość organizacyjna, strukturalna, zdolna przejawiać pewne procesy, których zespół charakteryzuje nam zjawisko zwane życiem. Upraszczając znacznie sprawę, moglibyśmy oprzeć się na owych ośmiu wzgl. dziewięciu elementarnych funkcjach, jakie wyróżnił Wilhelm Roux (p. Heilbrunn, 1928), i posługiwać się nimi jako kryterjami dla „materji żywej“. Nie ulega wątpliwości, że i chemicznie, i fizyko-chemicznie, i organizacyjnie materja żywa różnych organizmów jest zgoła różna, tak wreszcie jak i protoplazmy różnych organów jednego i tego samego organizmu. Poza tem protoplazma nie jest wcale pojęciem statycznym. Stała wymiana materji i energii, stała zmiana struktury, oto cechy żywej materji. Protoplazma jest pojęciem dynamicznem (Roux, Tischler, Gurwitsch, Seifriz i in.). Materja organizowana, badana zwykłemi meto-

dami histologicznymi, jest najczęściej już tylko mieszaniną ciał chemicznych, nie mających wiele wspólnego z życiem. Należy stworzyć specjalne warunki badań i obserwacji za życia, przy których całość organizacyjna zostaje zachowana. Jasnym jest więc, że nie istnieje żadna idealna protoplazma, którą moglibyśmy badać naszymi fizykalnymi środkami. W warunkach żywotności możemy badać li-tylko poszczególne protoplasty. Pod tym terminem będziemy rozumieć mniejszą lub większą masę materji organizowanej, która sama w sobie tworzy pewną całość organizacyjną, zdolną do życia. Protoplastem będzie więc, w myśl definicji Hansteina, pojedyncza komórka, chociaż w wielu wypadkach dowiedzenie jej totipotencji jest rzeczą bardzo trudną (p. Becker, 1934). Wskutek tego definicja Hansteina natrafia na pewne trudności. Protoplastem będzie również cały organizm, skoro będziemy go pojmować nie jako kolonję komórek, ale jako całość materjalną, wtórnie zróżnicowaną na komórki. Tylko w przypadku istot jednokomórkowych Hansteinowski termin „protoplast“ będzie się pokrywał z terminem tym szerzej rozumianym.

Doszliśmy zatem do wniosku, że badacz, eksperymentujący z żywą materją, ma do czynienia jedynie z poszczególnymi protoplastami. Musimy wobec tego skorygować nasze poprzednie określenie protoplazmatyki, jako nauki o protoplazmie i przyjąć, że jest ona nauką o protoplaście. Protoplazmatyka opiera się przytem nie na Hansteinowskiej definicji protoplastu, ale na pojęciu protoplastu o szerszym zakresie. U podstaw współczesnej protoplazmatyki leży plazmodjalna (Rhode) teoria budowy organizmu. Znaczenie tej teorii dla omawianego kierunku badań jest tak wielkie, że musimy poświęcić jej nieco miejsca.

Zbyt daleko zaprowadziłoby nas rozważanie na temat organizacji ustroju. Zadanie o tyle zbyteczne, że wszystkie współczesne podręczniki i kompendja cytologiczne podają zagadnienie w formie dość obszernej (Sharp-Jaretsky, Sharp, Guilliermond, Geitler etc.). Ograniczymy się do przypomnienia rzeczy najważniejszych i przedewszystkiem tych, które odnoszą się do organizmu roślinnego, jako specjalnie nas interesującego.

Schleiden i Schwann ugruntowali komórkową teorię, według której organizm należy uważać za pewien zespół, jakby

*

kolonję komórek, z których każda jest całkowicie zindywidualizowaną i zamkniętą w sobie jednostką. Wszystkie zaś komórki organizmu są między sobą jednostkami równorzędnymi. Teoria ta zaważyła znacznie na poglądach XIX-go stulecia. Wielką jej zasługą było skoncentrowanie uwagi na komórce, co następnie pociągnęło za sobą wspaniały rozwój cytologii.

Już przed Schleidenem i Schwannem wyrażał Lamarck idee, które dałyby się pomieścić w dzisiejszej teorii plazmodjalnej. Traktował on bowiem organizm jako całość materjalną. Właściwy rozwój teorii plazmodjalnej datuje się wszakże od czasów wystąpień Hofmeistera, de Bary'ego, Sachsa, Hertwiga, Heidenhaina, Dobella, Gurwitscha, Rittera i Rhodogo. Hofmeister podkreślał już w roku 1867, że w organizmie roślinnym tworzenie się nowych ścian komórkowych i nowych komórek w stożku wzrostu jest tylko funkcją ogólnego wzrostu całej żywej masy a nie przyczyną tego wzrostu, jakby chciała teoria komórkowa. Wybitnego przedstawiciela miała także teoria plazmodjalna w osobie botanika Bertholda; w dwóch klasycznych dziełach (1886 i 1904) rozwinął on pogląd na roślinę, jako na jednolity protoplast, w którym błony komórkowe i inne zróżnicowania metaplazmatyczne nie są granicami oddzielnych indywiduów-komórek, ale tylko wewnętrznym szkieletem, umożliwiającym płynnej, koloidalnej materji organizowanej rozbudowywanie potężnych form. Berthold starał się nawet wykazać obecność plazmy w przestrzeniach międzykomórkowych. Poglądy te zostały odrzucone przez Lürsena, Schencka i in. Fakt ten jednak nie pomniejsza bynajmniej znaczenia ogólnej koncepcji Bertholda.

Przedstawiciele *Siphonales* i *Siphonocladales* stanowią najlepszy przykład tego, że wzrost i wszechstronne morfologiczne zróżnicowanie nie zawsze muszą iść w parze z budową komórkową. U roślin tych szkieletalne części, wytworzone przez protoplazmę, nie mają charakteru błon regularnych komórek, lecz tworzą system belek i beleczek, rozrzuconych w ogólnej masie plazmatycznej. W rozwoju embrjonalnym niektórych organizmów roślinnych występują również stadja plazmodjalne. U *Pinus*, *Dioon*, *Agathis*, *Stangeria* i in. młode embrjony posiadają postać niepodzielonych mas wielojądrowych. Dopiero później jądra układają się w określony sposób, a między nimi pojawiają się

blony (Schnarf, 1933). Dalszy rozwój postępuje już drogą podziału komórek. W rozwoju bielma obserwujemy często stosunki zupełnie podobne (bielmo jądrowe, Schnarf, 1929). Wprawdzie jest to tkanka efemeryczna, która zostaje później zużyta przez kiełkującą roślinkę, nie możemy jednak zapominać, że pewne teorie filogenetyczne uważają bielmo za zmodyfikowany zarodek (p. Schnarf, 1929, str. 554—581).

Rhode zestawił wiele podobnych faktów dla organizmów zwierzęcych. W różnicowaniu histologicznym ciała zwierzęcia większą rolę odgrywa różnicowanie się wielojądrowych mas plazmodjalnych niż podziały komórkowe. Próbowano doświadczać zmienić komórkową budowę organizmu na bezkomórkową. Udaje się zahamować podziały komórkowe, nie hamując wzrostu żywej masy (np. dośw. Hartmanna). Najczęściej jednak ustaje wówczas prawidłowe różnicowanie morfologiczne. Wszakże F. R. Lillie wychował typowe trochofory *Chaetopterus*, zupełnie nierozczłonkowane na komórki.

W obecnym stanie wiedzy o roślinie przewidujemy istnienie łączności i regulacji pomiędzy poszczególnymi tkankami i komórkami. Wskazują na to badania morfologii eksperymentalnej (Goebel, patrz Raciborski i Szafer, 1926, oraz Krenke, 1933). Nie mamy jednak żadnego bezpośredniego i pewnego dowodu, któryby wskazywał na ciągłość plazmatyczną wielokomórkowego organizmu roślinnego. Sprawa plazmodesmów z jednej strony, oraz sprawa hormonów roślinnych z drugiej, wciąż jeszcze stanowią przedmiot dyskusji. Należy zaznaczyć, że jeśli chodzi o udowodnienie ciągłości plazmatycznej lub o wyjaśnienie zjawisk regulacji i korelacji, to organizm roślinny nastęrcza pod tym względem więcej trudności niż organizm zwierzęcy.

Dla Tangla, Russowa, Strasburgera i innych nie ulegało żadnej wątpliwości, że pomiędzy komórkami istnieją nieprzerwane mostki plazmatyczne — plazmodesmy. Inaczej na tę sprawę zapatrują się autorzy współcześni (Jungers, 1930—31, Küster, 1935). Przedewszystkiem plazmodesmy nie przenikają błony na wylot, lecz kończą się ślepo na blaszce środkowej. Po drugie, szereg reakcyj mikrochemicznych każe je uważać nie za mostki plazmatyczne, ale za zróżnicowanie błony (Jungers). W ten sposób sprawa ciągłych mostków plazmatycznych w chwili obecnej pozostaje pod znakiem zapytania. Osobiście

nie sędzę, aby przez badania Jungersa zagadnienie to zostało całkowicie rozwiązane i to w sensie negatywnym. Po pierwsze nie mamy żadnego prawa ograniczać naszych wiadomości o plazmie tylko do struktur widzianych pod mikroskopem. Fakt, że widoczne pod mikroskopem mostki kończą się ślepo na blaszce środkowej, nie przesądza jeszcze nic o możliwościach struktur submikroskopowych. Dzięki subtelnym metodom fizycznym, jak analiza roentgenograficzna lub obserwacje w mikroskopie polaryzacyjnym, można było zbadać budowę błon komórkowych w najdrobniejszych szczegółach. Chociaż zdajemy sobie już dziś sprawę nie tylko z ułożenia micelli w błonie, ale i z budowy samej micelli i drobiny celulozy (p. Seifriz, 1934; Lüdtke, 1934; Frey-Wyssling, 1936), to jednak wciąż jeszcze niewyjaśniona jest sprawa lepiszcza, które ma jakoby utrzymywać micelle w zespole. Czy lepiszcze takie istnieje, jeśli tak, to jaka jest jego natura? Oto pytania, bez rozwiązania których nasze wiadomości o błonach — choć tak gruntowne — są raczej wiadomościami z fizyki i chemji, a nie wiadomościami biologicznymi. W każdym jednak razie micellarne struktury błony powstały z plazmy. Plazma więc musi również takie micellarne struktury posiadać. Chemja koloidalna protoplazmy w oparciu o zjawiska, znane z fizyki i chemji (nauka o płynnych kryształach, Lehmann, 1918), takie micellarne struktury nie tylko przewiduje, ale i wykrywa (Scarath, Lepeschkin, Seifriz, Schmidt, Küster, Weber, Menke i inni). Świadomość istnienia podobnych struktur każe nam przeto nieco optymistyczniej zapatrywać się na zagadnienie plazmodesmów.

Jest jeszcze drugi powód, który nie pozwala nam sprawy tej uważać za całkowicie przesądzoną. Küster stwierdził w 1933 roku drobny napozór fakt, że cytoplazma, leżąca w bezpośrednim zetknięciu z porami i jamkami błony (*Codium*), niezwykle łatwo ulega degeneracji, przemieniając się w ciała o charakterze pektyn, kalozy i t. p. (t. zw. „celulozowa degeneracja“ Küstera). Fakt ten posiada dalsze znaczenie, co wynika z pewnych doświadczeń z witalnem barwieniem (p. Becker, 1936). Musimy wziąć pod uwagę, że wszystkie prace, dotyczące plazmodesmów roślinnych, zostały wykonane na materiale całkowicie wyrośniętym (starym), preparowanym i utrwalonym, a więc w warunkach, w których „celulozowa degeneracja“ Küstera miała wszelkie możliwości istnienia. Z drugiej strony metody

histologiczne, jakimi dotychczas pracowano nad błonami, nie potrafiły nigdy wykryć w błonie plazmy, albowiem nie rozporządzamy żadnym „reaktywem“ na jakąś idealną „plazmę“. Do badań tych należy użyć raczej metod protoplazmatycznych t. j. takich, które badają protoplast w warunkach żywotności.

Zagadnienie stosunku żywej materji do jej szkieletu, t. j. do struktur błonowych, jest jednym z najtrudniejszych zagadnień biologicznych, a jednocześnie posiada kapitalne znaczenie dla zrozumienia całej organizacji roślinnej. Zadanie to jest jeszcze o tyle ważniejsze, że ze strukturami błonowemi komórki wiąże się ściśle sprawa struktur warstw powierzchniowych (kortykalnych) protoplazmy tych komórek. Warstwy te decydują o najważniejszych funkcjach życiowych komórki, a tem samem regulują i strukturę jej wnętrza. Z punktu widzenia protoplazmatyki kwestja organizacji warstw szkieletowych protoplastu rośliny jest tak samo ważna, jak kwestja zagadnień struktury jądra, a więc problemów cyto-genetycznych. Musimy jednak przyznać, że w tej materji jest jeszcze bardzo wiele do zrobienia.

Sprawa hormonów roślinnych również jest niejasna. Sachs przyjmował istnienie w roślinie różnych ciał w rodzaju „blütenbildende Substanzen“. Loeb odrzucał wogóle możliwość istnienia hormonów w organizmie roślinnym. Nowych faktów dostarczyły prace współczesne nad hormonami wzrostowemi (auksyny), zapoczątkowane przez Boysen-Jensena, Palla, Cholodny'ego, a rozwinięte przez holenderską szkołę Wentów (p. Moycha, 1935). Jednak kwestja powstawania hormonów i ich lokalizacja jest zgoła niewyjaśniona. W roślinie nie można wykryć żadnych gruczołów o wydzielaniu wewnętrznem, jak to ma miejsce w organizmie zwierzęcym. Musimy przyjąć, że źródłem ich jest plazma komórek. Takie jednak — słuszne a priori — powiedzenie nic nam właściwie nie wyjaśnia. Z drugiej strony, pewne badania nad wzrostem tłumaczą znakomicie różne fakty bez pomocy auksyn, a tylko opierając się na odpowiednich zmianach kwasowości (Strugger, 1934).

Poza hormonami wzrostowemi, o innych ciałach, powodujących rozwój, wiemy bardzo niewiele. Wildier przypuszczał dla mikroorganizmów istnienie jakiegoś „biosu“, nieznaney bliżej substancji, umożliwiającej rozwój kultur. Ciała o charakterze „biosu“ nie są jednak hormonami, a raczej ciałami, dostającymi się do organizmu z zewnątrz. Bassalik (1934)

podaje klasyfikację ciał, powodujących względnie hamujących wzrost organizmu roślinnego. Wzrost komórki, organu, organizmu powoduje — auksanina; podział komórki, tworzenie nowych organów powoduje — poioschizina; hamuje wzrost — ant-auksanina, podziały zaś hamuje — antischizina. Podane terminy są całkiem ogólne i nie mówią o chemicznym, fizycznym względnie autogenicznym (hormonalnym) charakterze tych ciał. Jeżeli stwierdzimy, że są to hormony, mówimy wówczas o hormonauksaninach, hormonpoioschizinach i t. p. W wypadku zaś, gdy pochodzą one ze środowiska, nadajemy im nazwę: ksen-auksanina, ksenopoioschizina i t. p. Dla rozwoju płciowego proponuje Bassalik genesiny (genauksaniny, genopoioschiziny i t. p.). To wszystko są jeszcze badania w toku. Poza wspomnianymi hormonami wzrostowymi nie mamy właściwie żadnych ścisłych danych o innych hormonach roślinnych.

Chcąc sobie wytłumaczyć różne zjawiska korelacyjne i rozwojowe organizmu roślinnego, moglibyśmy również zapożyczyć od zoologów teorię gradjentów Childa wzgl. organizatorów Speemana'a. Różnych gradjentów czynnościowych łatwo się doszukać i w organizmie roślinnym. Jednak dominacja poszczególnych części organizmu nad innymi częściami nie odbywa się drogą hormonalną. Raczej należy to złożyć na karb różnego rozmieszczenia potencjałów elektrycznych i pewnych prądów elektrycznych o określonych kierunkach, lub wreszcie wogóle na anizotropową budowę plazmy i cząsteczki białka.

Z omawianymi zagadnieniami wiąże się ściśle problem realizowania cech przez masę dziedziczną (geny). Możemy sobie wyobrazić, że droga od genu do wystąpienia jakiejś cechy odbywa się właśnie poprzez szereg procesów enzymatycznych i hormonalnych. Jak się przedstawia ta droga, tego niestety współczesna genetyka nie potrafi jeszcze określić. Wreszcie nie możemy tu pominąć możliwości promieniowania różnych komponentów organizowanej materji już choćby w rodzaju promieni mitogenetycznych Gurwitscha (patrz Stempell). Wszystkie te czynniki pozwalają nam w pewnym stopniu uzmysłowić sobie drogę, jaką poszczególne zróżnicowane części protoplastu-organizmu pozostają ze sobą w zależności i regulacji. Według Watermana takie czynniki biologiczne, jak struktura fizykochemiczna, promieniowanie i czynność enzymatyczna protoplastu, są ze sobą ściśle związane. Wertheimer ustala pewne prawa,

zachodzące pomiędzy strukturą i specyficzną reakcją, jakich jest wiele w organizmie. Według niego specyficzna struktura jest niezbędna dla wystąpienia specyficznej reakcji. Im bardziej struktura jest zniszczona, tem bardziej niespecyficznie przebiegają reakcje. Struktury koloidalne i fizyko-chemiczne są formami specyficznymi, umożliwiającymi specyficzne reakcje. Najlepiej widać to na przykładach powstawania chemicznych związków asymetrycznych (idee Pasteura) lub na przykładach t. zw. desmofermentów t. j. takich fermentów, które są ściśle związane z plazmą i których nie można z komórki wydzielić.

Z powyższego bardzo ogólnego przeglądu widzimy, że chociaż plazmodjalna teoria budowy rośliny narzuca się nam jako słuszny punkt widzenia na organizm roślinny, to jednak wymaga ona jeszcze bardzo wiele pracy, aby organizację całości zrozumieć w całej pełni. Widzimy także, że w dociekaniach tych nie wystarcza opierać się tylko na danych morfologicznych czy histologicznych, ale musimy uciekać się do zbadania struktur najdrobniejszych, sub-mikroskopowych i w tem dociekaniiu niema dla nas żadnych granic. Skoro nawet poznamy w najsubtelniejszych szczegółach budowę koloidalną plazmy, to i tak dla pełnego zrozumienia związku pomiędzy strukturą i czynnością, a więc dla zupełnego zrozumienia organizacji, będziemy musieli się uciec do badania budowy cząsteczkowej i atomowej. Już dzisiaj biologiczne procesy oksydo-redukcji charakteryzujemy elektrochemicznie. Zjawiska utleniania wzgl. redukcji mogą być grą elektronów, przyłączanych lub odłączanych od danej cząsteczki (por. Michaelis). Wniknięcie w strukturę cząsteczkową lub atomową jest dla biologa równie konieczne jak dla fizyka lub chemika.

Powiedzieliśmy wyżej, że pojęcie protoplazmy jest pojęciem dynamicznem. Nie potrafimy oddzielić w protoplazmie struktury od funkcji, a funkcji od struktury. Każda makro-struktura jest wypadkową szeregu mikro-struktur, każda funkcja organizmu jest wypadkową szeregu drobnych i najdrobniejszych działań. Metody histologiczne dają nam pojęcie o funkcji pewnych struktur tylko drogą pośrednią. O strukturach najsubtelniejszych i ich funkcjach nic już powiedzieć nie mogą. Metody fizjologiczne zaznajamiają nas najczęściej z ostatnimi ogniwami w łańcuchu reakcyj, a co więcej nie zwracają one większej uwagi na zna-

czenie struktury. Trzeba znaleźć drogę pośrednią, która łączyła by w sobie oba punkty widzenia.

Dobiegamy do końca; możemy powrócić do przerwane go wyżej rozważania na temat, czym jest protoplazmatyka. Wydaje nam się, że z tego cośmy powiedzieli o organizmie wynika, iż protoplazmatyka to nie tylko cytologia, ale i anatomja, i fizjologia, i systematyka roślin.

Jak długo będziemy się zajmować pojedynczą komórką lub jej komponentami i tutaj w badaniach będziemy wiązać strukturę (najszerzej pojętą) z czynnością — tak długo będziemy mogli mówić o cytologii protoplazmatycznej, lub — jak chce Korczewski¹⁾ — o fizjologii molekularnej. Z chwilą zaś, gdy zajmiemy się współdziałaniem i współzależnością komórek jednej tkanki, tkanek różnych i organów organizmu, gdy będziemy usiłowali poznać to zróżnicowanie na tkanki w najgłębszych jego podstawach, t. j. jako zróżnicowanie jednej masy protoplastu-organizmu, wówczas będziemy mogli mówić o anatomji protoplazmatycznej. I tutaj charakterystyka tkanek będzie się opierała nie tylko na strukturze plazmy, ale jednocześnie i na funkcji. Kiedy wreszcie będziemy się starali wykryć pokrewieństwa lub wykazać różnice pomiędzy organizmami, sprowadzając cechy łączące je lub różniące do najsubtelniejszych cech materji organizowanej, wówczas będzie to systematyka protoplazmatyczna lub, jak mówi Höfler, protoplazmatyka porównawcza. I tutaj — jak wszędzie — będziemy łączyli morfologiczny punkt widzenia z fizjologicznym. W powyższej klasyfikacji dyscyplin, dotyczących rośliny, trzymaliśmy się morfologicznego punktu widzenia. Z równą jednak słusnością, wyróżniona wyżej cytologia a nawet i anatomja protoplazmatyczna mogłaby być nazwana fizjologją molekularną. Tę też nazwę wprowadził u nas Korczewski, rozumiejąc pod nią kierunek, badający i strukturę i funkcję żywej materji w najbardziej zasadniczych podstawach. Zakres protoplazmatyki jest jednak szerszy od zakresu fizjologii molekularnej Korczewskiego, albowiem ta ostatnia zajmuje się tylko strukturami cząsteczkowemi.

Z powyższego widać, że protoplazmatyka — to cała botanika. Tak jest istotnie. Powiedzieliśmy wyżej, że protoplazma-

¹⁾ Cytuję na zasadzie referatu, wygłoszonego na Zjeździe Polskiego Towarzystwa Botanicznego w czerwcu 1936 roku.

tyka jest nauką o protoplaście, przyczem pod terminem protoplast rozumielśmy cały organizm roślinny. Dlatego też protoplazmatyka nie jest wcale jakąś nową nauką, ale jest tylko pewnym nowym punktem widzenia w naukach starych, dawno już w rozwoju wiedzy o roślinie — zarysowanych. Nie mamy do czynienia z nową nauką, lecz z nowym podejściem i stosowaniem nowych metod do starych zagadnień. Zamiast mówić o protoplazmatyce, lepiej już mówić o kierunku protoplazmatycznym w nauce o roślinie. Taki nowy kierunek nie mógłby powstać, gdyby nie miał za sobą dorobku, zdobytego dotychczasowymi metodami morfologicznymi, histologicznymi, cytologicznymi lub fizjologicznymi.

W następnych rozdziałach będziemy się starali przedstawić na przykładach, jakimi metodami pracuje w botanice kierunek protoplazmatyczny i do jakich już doszedł wyników.

II. Cytologia protoplazmatyczna.

Od pierwszych chwil zarysowania się cytologii jako nauki, powstała w niej dążność do ugruntowania swych wiadomości na drodze badań za życia. Ponieważ jednak metoda badań żywego protoplastu, a więc właściwej żywej materji jest nieraz bardzo utrudniona, przeto najważniejsze zdobycze i rozwój cytologii zawdzięczamy przedewszystkiem metodom badań pośmiertnych, t. j. badań materiału utrwalonego. Ze względu atoli na niegasnący problemat artefaktów, jedynie tylko metoda porównawcza materiału utrwalonego z żywym uprawnia do wyciągania pewniejszych wniosków. Co się zaś tyczy najsubtelniejszych zagadnień struktury i funkcji protoplazmy, poruszonych przez nas w rozdziale poprzednim, to dotychczasowe metody cytologiczno-histologiczne niewiele dają w tym kierunku. Kierunek protoplazmatyczny w dzisiejszej cytologii, to przedewszystkiem badania witalne i fizyko-chemiczne nad komórkami i ich strukturami. Ale i tutaj musimy przyznać, że nie zawsze operujemy żywym protoplastem. Uzasadnienie witalności dla izolowanej komórki roślinnej jest wogóle rzeczą trudną. Z drugiej strony pewne metody fizyko-chemicznego badania, jak np. analiza roentgenograficzna struktur organizowanych, nie nadają się do żywego protoplastu, gdyż same przez się wprowadzają zaburzenia w jego witalną organizację. Jednakże metody te, choć także pośrednie, zezwalają na ustalenie struktur

najsubtelniejszych, pozamikroskopowych i dlatego słusznem jest zaliczyć je do metod pomocniczych omawianego przez nas kierunku. Zresztą, jak to wskazaliśmy wyżej, rozgraniczenie cytologii i protoplazmatyki nie da się przeprowadzić. Po raz pierwszy kierunek protoplazmatyczny w cytologii sformułował Carrel w swoim artykule p. t. „La cytologie nouvelle“, ogłoszonym w 1927 roku. Opracowawszy dla tkanki zwierzęcej metody hodowli jej *in vitro*, wskazał Carrel na nowe horyzonty, jakie otwierają się zarówno przed tym badaczem, który obserwuje szereg procesów i struktur w prawdziwie witalnych warunkach, jak i przed tym, który do żywych komórek stosuje różne metody eksperymentalno-witalne.

Cytologja roślin jest w tem trudniejszym położeniu, że nie rozporządza dotychczas takimi metodami hodowli, jak cytologja zwierzęca. Mimo to udaje się przetrzymywać komórki roślinne w stanie lepszego lub gorszego przeżywania i dokonuje się na nich szereg badań eksperymentalnych. Większość jednak z tych badań cierpi na brak przekonujących dowodów witalności. Wspomniane braki mogłyby usunąć jedynie metody hodowlane. W obecnym stanie wiedzy należy raczej dobierać do tych eksperymentów odpowiedni materiał, jak np. pewne glony, grzyby, spory i t. p., gdzie metody obserwacji i hodowli dają się łatwo zastosować.

Zapytamy teraz, jak przedstawiają się rezultaty protoplazmatycznego kierunku badań w cytologii. Pobieżna tylko odpowiedź na to pytanie zajęłaby miejsce nie jednego ale całej serii specjalnych artykułów. Albowiem w każdej niemal dziedzinie cytologii próbowano stosować metody eksperymentalno-witalne. Ograniczymy się przeto do paru tylko przykładów i wyróżnimy przytem dwa kierunki badań eksperymentalnych nad żywym protoplastem. Pierwszy z nich to badania ściślej fizyko-chemiczne, określające takie cechy żywej materji, jak lepkość, przepuszczalność, rozkład ładunków elektrycznych, elastyczność, punkt izoelektryczny (*IEP*) i t. p.; drugi to kierunek ściślej morfologiczny, badający strukturę żywej materji w najszerszych granicach. Rzecz prosta, że cechy takie, jak lepkość plazmy, jej przenikliwość i in., uwarunkowane są właśnie strukturą koloidalną i cząsteczkową i od możliwości przyszłych metod zależy, aby cechy te wiązać z odpowiednią budową.

Opracowanie dla komórki roślinnej metod badania lepkości jej plazmy względnie jej przepuszczalności przyczyniło się

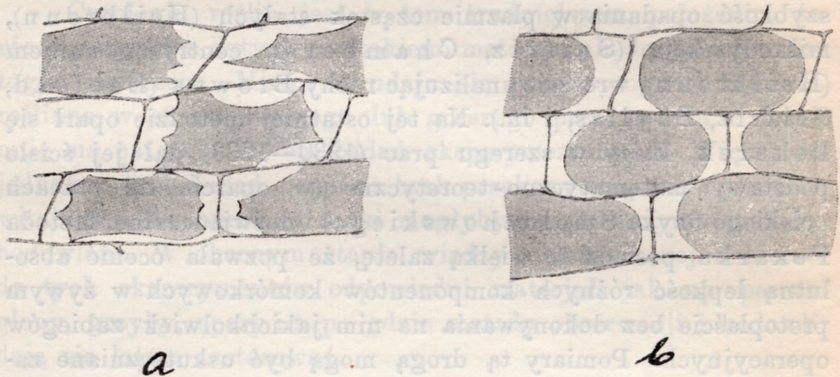
w dużym stopniu do rozwoju innych gałęzi kierunku protoplazmatycznego. Zobaczymy w następnych rozdziałach, że posługując się temi metodami możemy dać do pewnego stopnia protoplazmatyczną charakterystykę tkanek. Nie od rzeczy więc będzie poświęcić tym metodom nieco miejsca.

Lepkość plazmy zmienia się wybitnie wraz z jej stanem koloidowym i przeto może być względnie czułym wskaźnikiem dla szeregu procesów i stanów żywej materji. Nic więc dziwnego, że dawno już starano się wypracować metody każdorazowego prostego określania tego „parametru“ protoplazmy. Nie możemy wchodzić tu szczegółowo w omawiane zagadnienie (patrz: Weber, 1922; Heilbrunn, 1928; Pekarek, 1930), przypomnimy tylko, że lepkość tę starano się określić, mierząc szybkość opadania w plazmie cząstek stałych (Heilbrunn), mikrodysekcją (Seifriz, Chambers), centryfugowaniem (Heilbrunn), wreszcie analizując ruchy Browna (Leblond, Seifriz, Bayliss, i in.). Na tej ostatniej metodzie oparł się Pekarek, który w szeregu prac (1930—1933) dał jej ściśle podstawy matematyczno-teoretyczne (w oparciu na pracach polskiego fizyka Smoluchowskiego) i doświadczalne. Metoda Pekarka posiada tę wielką zaletę, że pozwala ocenić absolutną lepkość różnych komórkowych w żywym protoplaście bez dokonywania na nim jakichkolwiek zabiegów operacyjnych. Pomiaru tą drogą mogą być uskuteczniane zarówno na spoczynkowych (Pekarek) jak i dzielących się komórkach (Kato). Metoda ta zdaje się posiadać dużą przyszłość.

Większe zastosowanie w badaniach anatomii protoplazmatycznej znalazła Weberowska metoda określania lepkości przy pomocy plazmolizy. W przeciwstawieniu do metody Pekarka nie daje ona liczbowych danych absolutnej lepkości, lecz tylko orjentuje nas co do mniejszego lub większego jej stanu. Weber oparł się na fakcie, że ze wzrostem lepkości plazmy trudniej jest oderwać ją plazmolitycznie od błon komórkowych, tak że plazmolizowany protoplast posiada wówczas formy wklęsłe jak na ryc. 1 a. Przy lepkości nieznacznej plazmoliza zachodzi łatwiej i szybciej z przewagą form wypukłych (ryc. 1 b). Weber opracował łatwe metody określania stanu lepkości na podstawie miejsca i formy plazmolizy (Plasmolyse-Ort- lub Plasmolyse-Form-Methode) jak i czasu plazmolizy (Plasmolyse-Zeit-Methode). W jednej i tej samej komórce forma,

miejsce i czas plazmolizy mogą się zmieniać, co częstokroć doprowadza do ciekawych wniosków o zmianach, jakie zaszły w łonie protoplazmy. Weberowska metoda plazmolityczna znalazła — jak to zobaczymy niżej — szerokie zastosowanie w pracach anatomji protoplazmatycznej. Ale i w badaniach ściśle cytologicznych, jak np. nad podziałem komórki, metoda ta może służyć do charakteryzowania aktualnych zmian lepkości podczas mitozy (Cholnoky, Becker). U *Sphacelaria cirrhosa* i *Stypocaulon scoparium* np. obraz plazmolizy zmienia się wybitnie z postępem podziału komórkowego (por. ryc. 2).

Drugą metodą, odgrywającą dużą rolę w dzisiejszej protoplazmatyce, jest t. zw. plazmometrja, opracowana przez Höf-



Ryc. 1.

Schematy plazmolizy: *a* — postać plazmolizy przy znacznej lepkości plazmy, *b* — postać plazmolizy przy lepkości nieznacznej: według Struggera.

lera (1928). Plazmometrja pozwala nam określić w każdym konkretnym wypadku osmotyczną wartość komórki (*OW*), a dalej zdolność jej plazmy do przepuszczania określonych ciał. I ten „parametr“ — jak się wyraża Höfler — może nam posłużyć do pewnego scharakteryzowania protoplazmy.

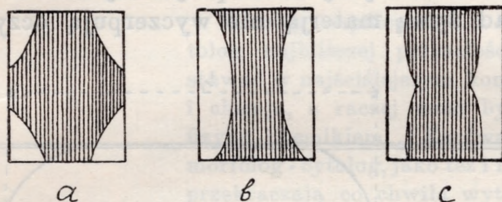
Jeśli splazmolizujemy komórkę danym płynem hipertonicznym aż do stanu równowagi, wówczas ze stosunku objętości zajętej przez protoplast i objętości komórki możemy wyliczyć osmotyczną wartość komórki. Stosujemy np. 20% roztwór sacharozy a protoplast zajął po plazmolizie $\frac{1}{2}$ przestrzeni komórkowej. *OW* komórki przed plazmolizą wynosi $20 \times \frac{1}{2} = 10\%$

sacharozy. Przy stosowaniu ciał łatwiej przenikliwych, jak gliceryna lub mocznik, plazmoliza po pewnym czasie ustępuje. Ze zmian objętości protoplastu możemy wyliczyć odpowiednie zmiany OW w czasie i stąd zorjentować się co do ilości endosmującej substancji. Posługujemy się przytem następującymi wzorami:

$$OW = CG \dots \dots \dots (1)$$

$$OW_2 - OW_1 = C(G_2 - G_1) \dots \dots \dots (2)$$

$$m = \frac{OW_2 - OW_1}{t_2 - t_1} \dots \dots \dots (3)$$



Ryc. 2.

Postacie plazmolizy w dzielących się komórkach *Stypocaulon scoparium*, a — postać charakterystyczna dla kom. spoczynkowych, w stadium profazy i metafazy; b — postać typowa dla kom. anafazowych; c — forma plazmolizy charakterystyczna dla wczesnych telofaz. Orygin.

OW znajdujemy z koncentracji plasmoliticum C i pomiaru stopnia plazmolizy G . G to stosunek objętości protoplastu do objętości komórki:

$$G = V_p : V_k$$

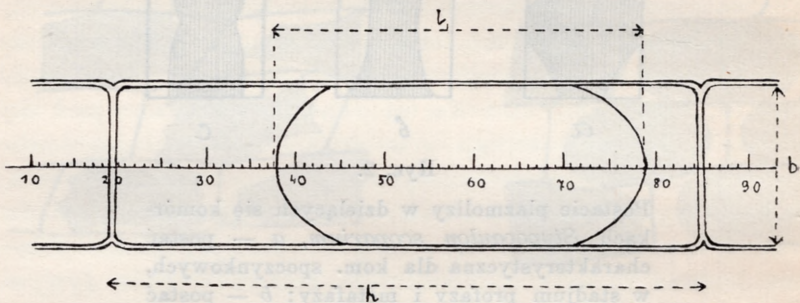
Wartość G możemy powiązać z wymiarami i kształtem komórki i skurczonego protoplastu. Postać wzoru zależeć będzie oczywiście od kształtu komórki i postaci menisków plazmatycznych. Dla każdego typu obliczenie musimy przeprowadzić oddzielnie (patrz Strugger, 1935). Dla komórek cylindryczno-pryzmatycznych i menisków plazmy półokrągłych, jak na ryc. 3 (współcz. menisk. = $1/3$), wzór przybierze postać

$$G = \frac{1 - b/3}{h} \dots \dots \dots (4)$$

(Höfler i Stiegler, 1930). Zmianę OW (wzór 2) możemy odnieść do jednostki czasu (wzór 3). Wartość m charakteryzuje szybkość przenikania ciała przez daną protoplazmę.

Plazmometria, podobnie jak plazmoliza stanowi dogodną metodę dla każdorazowego charakteryzowania żywej materji. Należy jednak pamiętać, że zarówno określona lepkość jak i pewna OW lub m związane są z odpowiednią strukturą koloïdową i cząsteczkową. Nie mamy jeszcze możności określania tej struktury w każdym dowolnym przypadku, w badaniach jednak nad różnemi stanami i zróżnicowaniami żywej materji już takie oderwane „parametry“ mogą odegrać ważną rolę.

Przedstawione wyżej dwa przykłady badań fizyko-chemicznych nad żywą materją nie wyczerpują oczywiście cało-



Ryc. 3.

Przykład metody plazmometrycznej. Według Höflera.

kształtu zagadnień protoplazmatyki. Zdajemy sobie dobrze sprawę z tego, że fizyko-chemiczna charakterystyka plazmy mogłaby równie dobrze dotyczyć wielu innych jej „parametrów“. Chemja fizyczna protoplastu zna wiele przykładów takich badań. Pfeiffer np. opracował w cyklu prac metody pomiaru punktu izoelektrycznego (IEP) protoplastów; on opracowuje również metody mierzenia ciężaru właściwego pewnych części protoplastu, dalej bada siły molekularne, adhezję i t. p. Zasady elektrostatyki opracowują Keller i Gicklhorn i ich współpracownicy i metody ich mają duże zastosowanie w badaniach nietylko cytologicznych ale i anatomiczno-protoplazmatycznych (t. zw. Physikalisch-Biologische Arbeitsgemeinschaft przy Instytucie Zoologicznym Niemieckiego Uniwersytetu w Pradze). Mikrochirurgja dostarcza danych, dotyczących elastyczności proto-

plazmy (szkoły Chambersa, Seifriza i Peterfi'ego), w podobnym kierunku pracuje i metoda centryfugowania (Seifriza, Heilbrunn, Němec, Harvey, Beams, King i in.). Dodajmy do tego obszerną dziedzinę badań nad pH , rH , nad współczynnikiem łamliwości świetlnej (Pfeiffer), wreszcie całą mikrochemję z jej współczesnymi metodami (por. Ackermannówna, 1936). Każde z tych zagadnień wymagałoby oddzielnego obszernego omówienia, czego w tym artykule czynić nie możemy.

Chcąc zacytować jakiś przykład z drugiego kierunku badań, wskazanego wyżej (patrz str. 320), jesteśmy w położeniu jeszcze trudniejszym. Jest to, najogólniej biorąc, metoda badań za życia, a wiemy, że w każdej niemal dziedzinie morfologii komórki przeprowadzono wzgl. usiłowano przeprowadzić obserwacje witalne. Przegląd tych zagadnień byłby właściwie przeglądem prawie całej cytologii. Ponieważ nasza „mikroskopowa“ morfologia komórki oparła się w znacznej mierze na badaniach materiału utrwalonego, przeto już tylko w dziedzinie badań czysto mikroskopowych stoi przed cytologiem wdzięczne zadanie, opracowania różnych zagadnień drogą obserwacji żywego protoplastu. Nad metodą badań pośmiertnych ciąży zarzut artefaktowości, nad metodą zaś badań za życia zarzut nienormalnych warunków, patologii i t. p. Myliłby się ktoś sądząc, że wszystkie problemy mikroskopowej morfologii są już dziś rozwiązane. Tak np. kwestja mikroskopowej budowy błony komórkowej stale jeszcze podlega dyskusji (Lüdtke, Frey-Wyssling); dyskutowane również żywo są zagadnienia witalnej mikroskopowej struktury jądra spoczynkowego i przemian jego podczas kinezy (Schaeede, Martens, Bělař, Teleżyński, Nebel, Kuwada, Nakamura). Także sprawa cytokinezy dostarcza materiału do dyskusji (Becker, Ellenhorn). Dodajmy do tego badania morfologiczne tego typu co badania nad anatomicznymi podstawami przepuszczalności (Höfler, Weber, Lederer, Plowe, Seifriza, Lorey, Chambers, Bank), zagadnienie plazmalemy i tonoplastów, problem warstwowej budowy protoplastu-komórki, zagadnienia rozwojowe plastydów i chondriomu, struktury plastydów (Doutreligne, Heitz), a będziemy zmuszeni przyznać, że cały właściwie grunt mikroskopowej morfologii komórki jest jeszcze do przeorania przy pomocy metod eksperymentalno-witalnych. Tyle co do morfologii mikroskopowej.

Ale przecież na tem nie kończy się morfologia protoplazmy. Protoplazmatyka nie stawia tutaj żadnych granic. Dopiero poznanie struktur ultramikroskopowych i cząsteczkowych może wyrobić należyte pojęcie o dynamicznym charakterze protoplazmy. I tutaj otwierają się dla cytologa-protoplazmatyka niezmierzone możliwości dociekań, ograniczone — rzecz prosta — jedynie możliwościami metodycznymi.

Obserwacje w ultramikroskopie zdają nam sprawę z rozmaitych stanów koloidalnych protoplazmy. Na ich zasadzie możemy w wielu wypadkach sądzić o przemianie sol-żel komponentów komórkowych (Gaidukov, Lapique; patrz Guilliermond, 1930, 1932). Obserwacje w mikroskopie polaryzacyjnym pozwalają ustalić w najdrobniejszych szczegółach ułożenie micelli nie tylko w „martwych“ szkieletalnych częściach protoplastu, ale i w strukturach uważanych za „żywy“ komponent komórki. Anizotropową budowę stwierdzono nie tylko w błonach komórkowych (patrz Seifriz, Frey-Wyssling) ale i w strukturach jądrowych (Schmidt, Küster), w chromozomach (Schmidt, Kuwada, Nakamura), wrzecionach mitotycznych (Schmidt, Runnström) i plastydach (Küster, Menke). Zastosowanie obiektywu Spierera pozwala ustalić kierunek ułożenia struktur micelarnych na powierzchniach płynnych wzgl. koloidowych, jakich wiele w komórce. Wreszcie analiza roentgenograficzna zdaje sprawę nie tylko z ułożenia micelli (krystalitów) ale i z budowy micelli i drobiny celulozy. Te ostatnie badania nie są już jednak badaniami za życia.

Dochodząc do tego miejsca, musimy przyznać, że współczesne metody badania struktur cząsteczkowych żywej materji nie są już bezpośrednimi metodami witalnymi ale znowu metodami pośrednimi. Są to najczęściej rozważania ściśle chemiczne lub fizyko-chemiczne, które następnie przenosi się na zjawiska związane z życiem. Rzecz prosta, że taki sposób badania nie jest wolny od wielu zarzutów, a przede wszystkim od tego zarzutu, że zjawiska zdobyte na fizycznych modelach lub w pracy laboratoryjno-chemicznej nie zawsze odtwarzają wiernie stosunki, zachodzące w żywym protoplaście; dlatego też trudno nam w tej chwili mówić o badaniach ściśle protoplazmatycznych nad cząsteczkowymi strukturami plazmy. Zdaje się, że badania te nie wyszły jeszcze poza ramy czystej fizyki lub chemji.

Jak dalece sprawy te są trudne i jak wiele nastroczają wątpliwości, tego dowodem mogą być choćby współczesne badania nad chlorofilem i jego funkcją podczas fotosyntezy (por. prace Stolla, 1936 i Gaffrona i Wohla, 1936). Podczas gdy jedna grupa autorów, opierając się na badaniach raczej chemicznych, buduje teorie asymilacji, gdzie różne funkcje spełniają atomy jednej i tej samej cząsteczki chlorofilu, to inni autorowie, opierając się nietylko na badaniach chemicznych ale i fizjologicznych — udowadniają istnienie pewnych kompleksów molekuł chlorofilowych, pewnych — jak mówią — jednostek asymilacji. Dopiero taki kompleks, składający się z paru tysięcy molekuł zdolny jest przeprowadzić redukcję molekuły kwasu węglowego. Nie wiadomo także, czy w procesie asymilacji czynną rolę odgrywa sam chlorofil, czy też jego połączenie z białkami i lipidami plazmy (t. zw. chloroplastyna Stolla). Dodajmy, że koncepcje zwolenników istnienia jednostek asymilacji znajdują poparcie w ostatnich badaniach morfologów, wykrywających w plastydzie „grana“ wzgl. „płytki“ barwika (Doutreigne, Heitz).

Zupełnie coś podobnego moglibyśmy powiedzieć i o koncepcjach Wrincha (1936), dotyczących micellarnych i cząsteczkowych struktur chromozomów. Pomysły te, w wielu szczegółach napewno trafne, nie wychodzą jeszcze poza ramy rozważań czysto teoretycznych.

III. Anatomja protoplazmatyczna.

Historyka botaniki uderzyć musi fakt, że opisowa anatomja roślin od początku swego istnienia aż do chwili obecnej charakteryzuje tkanki roślinne jedynie przy pomocy opisu błon komórkowych oraz kształtu komórek. Poczynając od odkrycia przez Hooke'a komórki, a właściwie błony komórkowej t. j. jej szkieletu, tylko ten szkielet służy anatomom przy opisie, charakterystyce i wyróżnianiu tkanek. Na badaniach tych nie widać prawie wcale wpływu doniosłego faktu, jakim było odkrycie protoplazmy, pomimo że wiedza o protoplazmie objęta nauką cytologii rozwijała się zupełnie równolegle. Ten sposób podejścia charakteryzuje zarówno pierwszych anatomów tej miary co Malpighi, Grew, Leevenhoeck, Mirbel, Sprengel, Treviranus, Moldenhaver, Mohli in., jak i późniejszy kierunek historyczno-rozwojowy (Hofmeister,

de Bary), jak wreszcie i współczesną fizjologiczną anatomję Schwendenera i Haberlanda (por. Becker, 1937). Bardzo charakterystyczne stanowisko zajął np. pod tem względem wybitny polski anatom i cytolog Władysław Rothert. Wychodził on z założenia, że komórki stanowią cegły, z których zbudowany jest organizm roślinny, i za najistotniejszą pod względem anatomicznym część uważał błony komórkowe. Pomimo znaczenia protoplastu, śmierć jego niczem nie zmniejsza — zdaniem Rotherta — roli komórki jako pierwiastka histologicznego i elementu budowlanego (1913, str. 1149).

Nie ulega wątpliwości, że przeznaczenie i rola pewnych zespołów komórkowych odbija się wyraźnie na kształcie i wielkości komórek oraz na charakterze ich błon. Pamiętać jednak należy, że ten punkt widzenia posiada znaczenie dość ograniczone. Zawsze możemy sobie wyobrazić organizmy wzgl. organy, które mimo pozornej mikroskopowej jednostajności są jednak wysoce zróżnicowane, gdyż pełnią skomplikowane i różne funkcje życiowe. Wystarczy powołać się na takie przykłady, jak przedrośla paprotników, pewne mszaki, niektóre wtórnie uproszczone w swej budowie rośliny wodne, aby przyznać, że brak wyraźnych cech „błonowych“ nie stanowi jeszcze dowodu braku jakowych zróżnicowań fizjologicznych. Nawet w pozornie jednakowych komórkach miękiszu korzenia czy łodygi można wykazać różnice siły ssącej pomiędzy poszczególnymi komórkami pewnych stref (por. Ursprung i Blum). Z tego wynika, że owe „jednakowe“ komórki nie są właściwie wcale jednakowemi. Istota rzeczy leży w tem, że właściwa charakterystyka tkanek winna być oparta nietylko na cechach błonowych ale przede wszystkim na cechach protoplazmatycznych. Dla nas, którzy patrzymy na roślinę jako na pewien protoplast (por. wstęp), konieczność takiej charakterystyki narzuca się sama przez się.

Protoplazmatyczna anatomja roślin została sformułowana w roku 1929 przez Webera i dziś stanowi ona dla nielicznej grupy badaczy programowy kierunek badań. W przeciwieństwie do wszystkich dotychczasowych kierunków, nie wyłączając anatomji Haberlanda, stara się ona oprzeć charakterystykę i badanie tkanek przede wszystkim na poznaniu żywej materji. Jest ona pomimo stosowania różnych metod eksperymentalnych anatomją opisową, nie wchodzi bowiem w zagadnienia przyuczyny pewnych zjawisk, lecz ogranicza się tylko do ich opisu protoplazmatycznego.

Zgadzamy się wszyscy z tem, że protoplazma jest pojęciem dynamicznem. Badając zatem tkanki protoplazmatycznie, musimy badania te ugruntować na metodach witalnych oraz łączyć każdorazowo strukturę z funkcją. Anatomja Webera łączy więc morfologiczny punkt widzenia z fizjologicznym (por. wstęp), spełnia ona zatem postulat Wóycickiego, wyrażony przezeń jeszcze w roku 1926 o konieczności ścisłej współpracy morfologa z fizjologiem. Mimo to nie pretenduje ona do nazwy „anatomji fizjologicznej“, gdyż nie jest właściwie wiedzą o orjentacji przyczynowej. Jak wiemy, współczesna „fizjologiczna“ anatomja Haberlanda jest raczej „anatomją teleologiczną“ (Weber, 1929; por. Becker, 1937).

W myśl powyższych założeń musi również anatomja Webera zająć się badaniem i charakterystyką tych tkanek, które we współczesnej anatomji uchodzą za jednakowe lub podobne. Sformułowana w roku 1925 zasada „der physiologischen Ungleichheit bei morphologischer Gleichheit“ (Weber) odgrywa wielką rolę w badaniach protoplazmatycznych. Tkanka musi być również badana tak długo, jak długo pozostaje ona przy życiu, a wiemy, że protoplazmatycznie będzie ona ulegała różnym zmianom w różnych okresach życia. Anatomja Webera musi więc badać tkankę w zależności od wieku, zmian w warunkach zewnętrznych, perjodyczności dobowej i rocznej i t. p. Łączy się więc ona ściśle z ekologją komórki, sformułowaną przez Ulehlę (1928).

Streszczając powyższą charakterystykę, możemy powiedzieć, że celem anatomji protoplazmatycznej Webera jest ugruntowanie badań anatomicznych na poznaniu żywej treści komórek, na poznaniu procesów życiowych w chwili ich rozgrywania się in situ. Jak wywiązuje się anatomja ta ze swego zadania? Łatwo przewidzieć, że trudności metodyczne będą tu stawały pewną granicę dociekaniom. Nic też dziwnego, że Weberowska anatomja, postępując po obranej drodze, daleka jest jeszcze od wykonania swego programu. Na usprawiedliwienie dodajmy, że anatomja klasyczna ma za sobą dorobek paru dobrych stuleci, podczas gdy protoplazmatyczny kierunek datuje się od niespełna paru dziesiątków lat. Nie powinna więc nas dziwić pewna niewspółmierność w ilości faktów, zdobytych w jednym i drugim kierunku.

Dla przykładu weźmiemy przedewszystkiem badania nad systemem okrywającym, przyczem omówimy aparat szparkowy,

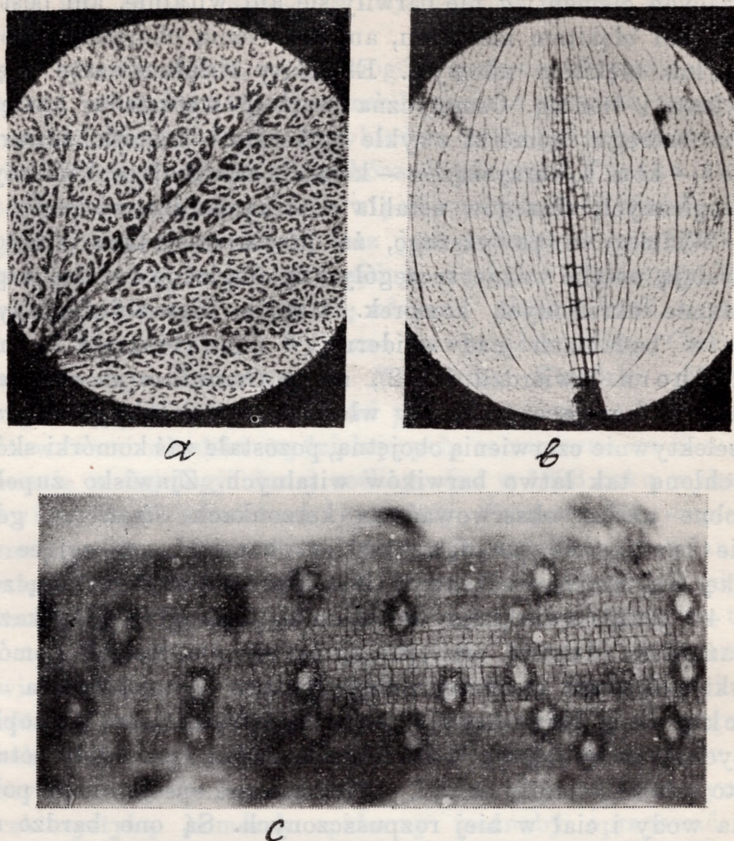
choć ten ostatni anatomja fizjologiczna zalicza do innego systemu.

W sprawie skórki — lub wogóle systemu okrywającego — anatomja protoplazmatyczna zrobiła jeszcze niewiele, poczyniła już wszakże pewne kroki. Przykładem może być scharakteryzowanie ciekawego protoplastu w skórcie *Pirola* przez Fürtha (1920). Protoplasma nie występuje tu w postaci normalnej otoczki plazmatycznej dookoła wakuoli, lecz jest zebrana w pewną skoncentrowaną masę, w której znajduje się jądro i plastydy. Przy pozostałych błonach — jak się zdaje — plazmy brak, a przynajmniej nie można jej wykazać nawet plazmolizą. Ciekawy szczególnie podaje Fenner dla *Pinguicula*. Komórki epidermy są tu jakoby połączone mostkami plazmatycznymi z komórkami podstawowymi włosków wydzielniczych, co zapewne ma doniosłe znaczenie w fizjologii danej rośliny. Już w 1898 roku wykazał Gravis, że w komórkach epidermy *Tradescantia virginica* plazma, poddana plazmolizie, pozostaje zespolona ze ścianami promienistymi komórek, tworząc przez to w skórcie jak gdyby pasma („*Band-Plasmolyse*“). Charakterystycznym jest, że taki sam typ plazmolizy wykazują zawsze komórki endodermy. Zjawiska te możemy wytłumaczyć rozmaitemi stanami lepkości w różnych miejscach protoplastu (por. wyżej rozdz. poprz.), jednak właściwego ich znaczenia dla fizjologii protoplastu nie znamy (p. także Schnee, 1936). Podobną protoplazmatyczną charakterystykę komórek epidermy możnaby opracować dla wielu wielu roślin i organów. Jak widzimy, w niektórych wypadkach dotyczy ona szczegółów zgoła ciekawych i nie drugorzędnych. Z pewnością, zachowanie się struktur plazmy w danej komórce jest dla niej niemniej ważną cechą od charakteru jej błony. W tej dziedzinie jest bardzo wiele do zrobienia. W monografii Linsbauera (1930), poświęcono stosunkom plazmatycznym w epidermie specjalną uwagę. Jak jednak mało wiemy w tej materji, świadczyć o tem mogą rozmiary odnośnego rozdziału. Zajmuje on 14 stron na ogólną liczbę 230 stron tekstu.

Przykładem zastosowania nowoczesnych metod do plazmatycznej charakterystyki komórek epidermy, może być praca Lilienstern (1934). Autorka ta wykazała na listkach *Tradescantia virginica*, że komórki towarzyszące aparatów szparkowych różnią się wybitnie wieloma właściwościami fizjologicznymi od pozostałych komórek skórki. Wśród komórek towa-

rzyszających elementy *a* nie barwiły się ani witalnie, ani postwitalnie, ani błękitem metylenu, ani czerwienią obojętną, ani też dają lub błękitem nilowym. Elementy *b* chłoną zato błękit metylenu i tioninę. Osmotyczna wartość wzrasta w następującym szeregu: komórki zwykle epidermy — komórki towarzyszące *b* — kom. towarzyszące *a* — komórki zamykające. Podobnych fizjologicznych szeregów ustaliła autorka bardzo wiele.

Widzimy z powyższego, że proste stosunkowo metody pozwalają ustalić ważne szczegóły: fizjologiczne różnice w protoplazmie określonych komórek. Metoda barwienia za życia daje w badaniach nad epidermą i inne ciekawe wyniki. Gicklhorn stwierdził (1932), że u *Geranium macrorhizum* komórki otaczające podstawy włosków wydzielniczych barwią się selektywnie czerwienią obojętną, pozostałe zaś komórki skórki nie chłoną tak łatwo barwików witalnych. Zjawisko zupełnie podobne można obserwować na korzonkach *Stratiotes*, gdzie silnie barwią się przede wszystkim komórki, otaczające komórkę macierzystą włosnika (Beckerowa, 1934). Załączona ryc. 4 c przedstawia nam te stosunki. Szczegóły te wskazują wyraźnie na swoiste cechy, jakie w zespole innych komórek skórki posiadają elementy odkryte przez Gicklhorna lub Beckerową. Najjaskrawiej może znaczenie metod protoplazmatycznych występuje w badaniach nad t. zw. hydropotami. Są to pewne komórki skórki, przystosowane specjalnie do pobierania wody i ciał w niej rozpuszczonych. Są one bardzo rozpowszechnione wśród roślin wodnych. Ponieważ jednak postacią swą nie różnią się od pozostałych komórek skórki, przeto nie o nich nie mówi żadna z anatomji klasycznych, nawet „fizjologiczna“ Haberlanda. Wykrywa się te komórki przy pomocy barwienia za życia (Mayr, Riede, Küster, Gicklhorn, Meyer, Herzog, Strugger). Błony tych komórek chłoną również selektywnie tlenki manganu i żelaza (Molisch, Küster, Gicklhorn). Załączone fotografie Struggera (ryc. 4 a, b) przedstawiają rozmieszczenie hydropotów na liściach niektórych roślin. W listkach niektórych mechów można za pomocą plazmolizy wykazać również obecność podobnych komórek przepuszczających. Plazmoliza rozcodzi się tutaj promienisto, poczynając od takich komórek (Strugger, 1935). Wszystkie te elementy były do niedawna zupełnie nieznanne. Widzimy więc, że anatomja protoplazmatyczna rzeczywiście potrafi rozszerzyć krąg naszych wiadomości o budowie rośliny.



Ryc. 4.

Elektywne barwienie niektórych komórek skórki: *a* — rozmieszczenie hydrotopów w liściu *Trapa natans*; *b* — to samo u *Hydrocleis nymphoides*; *c* — komórki macierzyste włosników i ich komórki otaczające w korzeniach *Stratiotes aloides*; *a* i *b* według Struggera, *c* — według Beckerowej.

W związku z epidermą poruszamy sprawę włosków roślinnych. Nie będziemy jednak trzymać się i tutaj systemu Haberlandta, który różne rodzaje włosków lokuje w rozmaitych systemach.

W wydzielniczych trichomach *Cucurbitaceae* możemy wykryć skomplikowane stosunki protoplazmatyczne (Schrödter, 1926). Występują w nich t. zw. komórki środkowe (Mittelzellen). Włoski, o których mowa, posiadają kształt wydłużo-

nych nitek zbudowanych z jednego szeregu komórek. Podstawową komórką tkwi włoska w epidermie, kończy go zaś główka. Zastosujmy barwienie vitalne do takiego włoska z tem, że dostęp barwika będzie miał miejsce tylko od podstawy włoska, względnie od jego główki. Przekonamy się wówczas, że barwik pobrany przez komórkę końcową wędruje stopniowo od komórki do komórki, aż wreszcie natrafia na pewną komórkę środkową, która go zatrzymuje. Jest to właśnie owa charakterystyczna komórka, która — jak długo żyje — jest dla barwików vitalnych zupełnie nieprzepuszczalna. Komórki środkowe stanowią również pewną zaporę dla płynu plazmolizującego. Przy wnikanii takiego płynu od podstawy włoska, plazmoliza w komórkach dolnych występuje mniej więcej już po pięciu minutach. Poczynając od komórki środkowej, czas plazmolizy przedłuża się do pół godziny. Plazmolityczne oderwanie protoplastu od podłużnych błon następuje w komórkach środkowych tylko w wyjątkowych wypadkach. We wszystkich pozostałych komórkach plazma odrywa się przede wszystkim od ścian podłużnych. W rozdziale poprzednim wskazaliśmy, że z obrazów plazmolizy można wnosić o stanie lepkości plazmy. W tym więc wypadku protoplazma komórek środkowych wykazuje zgoła odmienny rozkład lepkości niż protoplazma pozostałych komórek. Można również wykazać, że i charakter błon jest inny w komórkach środkowych. Tylko przeto wszechstronna analiza zapomocą różnych metod może dać pełny obraz zróżnicowania tych niepozornych utworów. Do kategorii badań protoplazmatycznych nad włoskami należy bez wątpienia zaliczyć znane badania Rouperta nad włoskami parzącymi pokrzywy. Dokładna ich analiza wykazała, że są one przede wszystkim hydrotodami. Podobne przykłady możnaby mnożyć.

Wspominaliśmy wyżej, że anatomja protoplazmatyczna stara się badać i charakteryzować organy wzgl. tkanki w różnych okresach rozwoju i życia, w każdym razie tak długo, jak długo dany organ wzgl. tkanka pozostają przy życiu. Nawiązując przeto do omawianych dopiero co włosków roślinnych, przypomnimy pracę Gicklhorna, który w historii rozwoju włoska wydzielniczego *Geranium*, wykazał metodą plazmolityczną ciekawe zmiany w fizyko-chemicznej konstytucji protoplastu. Miejsce plazmolizy jest tu charakterystyczne dla odpowiedniego stadium rozwojowego. Wreszcie należałoby wspom-

nieć o badaniach nad funkcją wydzielniczą włosków, przyczem pod uwagę musimy wziąć przede wszystkim te prace, które opierają się na metodzie badań za życia. Analizę zmian w żywym protoplaście podczas tworzenia wydzieliny znajdujemy np. we wspomnianej pracy Gicklorna nad *Geranium* i Wenzla nad druzami *Labiatae*. Pekarek (1929) analizuje przy pomocy metody barwienia za życia stosunki elektrostatyczne podczas funkcji nektarjów itp.

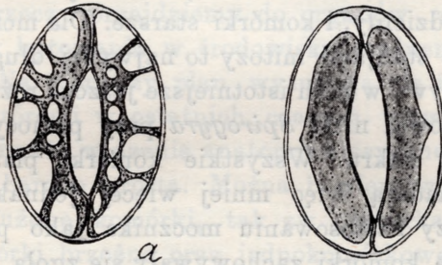
Omawiając wyżej pracę Lilienstern nad zjawiskami barwienia za żywa epidermy, wskazaliśmy na odmienne charakterystyczne zachowanie się komórek zamykających aparatów szparkowych. Nad temi aparatami rozwinęła się dość bogata literatura i dziś posiadamy już jaką taką protoplazmatyczną ich charakterystykę.

Jak wiadomo, cała klasyfikacja i charakterystyka tych organów opiera się w anatomii klasycznej na cechach błononowych. Dzięki istnieniu wielu szczegółów w zakresie budowy i chemizmu błony, charakteru jej lokalnych zgrubień, postaci komórek, występowania dodatkowych komór itp. dała nam dotychczasowa anatomja dokładny obraz szeregu typów — od archaicznych aż do najbardziej zróżnicowanych — podała wreszcie cały szereg typów ekologicznych. Mechanizm działania tłumaczy nam za pomocą określonej postaci i charakteru zgrubień nabłonnych. Weber nazywa tę część zagadnienia zajmowaniem się maszyną t. j. samym aparatem, twierdzi jednak, że również ważną a może ważniejszą jest rola, zachowanie się maszynisty t. j. protoplastu komórek zamykających. Cały też szereg badań poświęcono temu ostatniemu zagadnieniu.

Już stosunkowo dawno bo w roku 1886 (Leitgeb) poczyniono spostrzeżenia, że mikroskopowy wygląd protoplazmy zmienia się w komórkach zamykających zależnie od tego, czy aparat jest otwarty, czy zamknięty. Przy otwieraniu się aparatu następuje jakby pewne shomogenizowanie plazmy, w której giną wszelkie ziarnistości. Pojawiają się one napowrót skoro szparka ulegnie zamknięciu. Gicklhorn, Thone i Scarth wykazali kolejno, że w aparatach zamkniętych wzrasta kwasowość soku komórek zamykających. Linsbauer i Weber dowiedli, że komórki zamykające aparatów otwartych są bardziej odporne na działanie granicznych temperatur i trucizn, co wiąże się także z odpowiednimi zmianami przepuszczalności. Także i bar-

wienie za życia pozwala stwierdzić różnice. Na świetle, przy szczelinie otwartej, strącają się pod wpływem barwników barwne kule w wakuolach; w ciemności wakuole barwią się zupełnie jednolicie (Leitgeb, Weber, Linsbauer).

Weber badał stosunki protoplazmatyczne komórek zamykających przy pomocy metody plazmolitycznej. Przy szparce otwartej plazmoliza przebiega trudno i powoli, przyjmując postać plazmolizy wklęsłej; plazma nie krąży, jądro z nietypowym jąderkiem. Przy szczelinie zamkniętej komórki plazmolizują się szybko i łatwo, z przewagą form wypukłych (por. ryc. 5). Plazma krąży. Badania te wykazują perjodyczne zmiany lepkości w protoplazmie. Tyle co do stanu protoplazmatycznego komórek za-



Ryc. 5.

Postać plazmolizy w komórkach zamykających aparatu szparkowego: *a* — plazmoliza przy szparce otwartej, *b* — przy szparce zamkniętej. — Według Webera.

mykających w związku z ich funkcją. W stosunku do innych komórek skórki możemy je scharakteryzować już choćby przy pomocy wyżej wskazanej metody Lilienstern. Boas (1930) wykazał, że jądra komórek zamykających i pozostałych komórek skórki różnią się wybitnie zdolnością rozpuszczania się w solach kwasów żółciowych. Wreszcie przekonano się, że komórki te są dużo odporniejsze na wszelkie niekorzystne wpływy otoczenia niż pozostałe komórki epidermy. Plazma ich wytrzymuje silne stężenia trucizn, narkotyków, wielkie wahania temperatury i t. p. (Molisch; patrz Weber, 1926). Dzięki tym wszystkim zaletom można je łatwo hodować *in vitro* (Thielman; por. Becker, 1934). Żyją one całymi miesiącami, rosną, plazma ich ulega prze-

mieszczaniu i t. p. Te i inne protoplazmatyczne właściwości zmieniają się — rzecz prosta — z wiekiem komórek. Weber np. stwierdził duże różnice przepuszczalności plazmy w komórkach zamykających różnego wieku (1931).

Powiedzieliśmy wyżej, że w anatomii protoplazmatycznej dużą rolę odgrywa Weberowska zasada „der physiologischen Ungeichheit bei morphologischer Gleichheit“. Na przykładzie hydrotów lub komórek środkowych mieliśmy możność przekonać się o jej znaczeniu. Szczególnie wdzięczne pole do działania ma ta zasada przy charakteryzowaniu organizmów wzgl. organów o morfologicznie prostej budowie. Zaczniemy od glonów. *Spirogyra* nie jest właściwie nawet organizmem wielokomórkowym. Wszystkie jej komórki są do siebie podobne. W obrębie nitki możemy znaleźć komórki takie, które się dzielą, takie, które niedawno się podzieliły, i komórki starsze. Dla morfologa różnią się one jeśli nie stadjami mitozy to najwyżej długością. Protoplazmatyk wykrywa w nich istotniejsze jeszcze różnice. Weber (1931) plazmolizował nitki *Spirogyra* przy pomocy hipertonicznych roztworów cukru. Wszystkie komórki plazmolizują się jednakowo, posiadają więc mniej więcej jednakową wartość osmotyczną. Przy zastosowaniu mocznika jako płynu plazmolizującego, różne komórki zachowywały się zgoła różnie. Jedne z nich ulegają plazmolizie, plazmoliza nie ustępuje; protoplast żyje długo w stanie splazmolizowanym. Są to najogólniej biorąc komórki młode, niedawno podzielone i niewyrosłe. Inne komórki całkowicie przepuszczają mocznik. Nie plazmolizują się one wcale i szybko zamierają w roztworach mocznika. Są to najczęściej komórki stare, wyrosnięte. Widzimy więc, że komórki *Spirogyra* posiadają różną zdolność przepuszczania mocznika, uzależnioną od wieku komórek. Sprawa nie jest jednak całkowicie jasna. Jeżeli podział komórkowy jest nieco nierównomierny i z jednej komórki powstają dwie komórki siostrzane różnej długości, wówczas okazuje się, że komórka dłuższa zachowuje się według schematu drugiego, druga zaś jest oporna na mocznik. Z tego wynika, że już sam nierównomierny podział związany jest z jakąś nieznaną bliżej „segregacją“ plazmy. Co tu jest przyczyną, a co skutkiem trudno przesądzać. Z powyższego przykładu widzimy jednak, jak ważne różnice w fizyko-chemicznej konstytucji wykazują protoplasty, nad którymi morfolog przechodzi do porządku dziennego. Weber wykazał także (1933), że komórki *Spirogyra* różnego wieku są rozmaicie odporne na działanie alkoholu.

Przedrośla paproci w anatomji klasycznej nie znajdują prawie wcale uwzględnienia, jako organy mało zróżnicowane, zbudowane z podobnych komórek. Jedynie tylko na brzegu i pośrodku sercowatego przedrośla komórki mają inną postać. Graczy - Warden g g (1929) wykazała, że całą tkankę przedrośla można podzielić na pewne strefy o różnej wartości osmotycznej. Stoi to w związku z merystematycznym wzgl. wyrośniętym charakterem komórek. Między jednym typem a drugim są przejścia. Określone strefy mają jednak pewną wartość osmotyczną, która wahając się w dość ciasnych granicach, utrzymuje się przez okres wegetacji. Wartość ta może więc służyć dla charakterystyki pewnych komórek równie dobrze jak i niektóre cechy „błonowe“.

Z kolei rzeczy przejdziemy do organów roślin wyższych, które wskutek bytowania w środowisku wodnym mają budowę uproszczoną. Na pierwszy plan wysuwają się tutaj listki moczarki, nad którymi w ostatnich czasach rozwinęła się obfita literatura. Z punktu widzenia anatomji klasycznej budowa listka moczarki jest bardzo prosta. Można bowiem wyróżnić jedynie bardziej wydłużone komórki, tak zw. żeberka, grubościennie i dłuższe komórki brzeżne oraz jednokomórkowe ząbki na krawędzi listka. Reszta tkanki, to mniej więcej izodiametryczne komórki górnej i dolnej epidermy, będącej jednocześnie tkanką asymilacyjną.

Protoplazmatyczną charakterystykę komórek z listków moczarki przeprowadzono nie tylko na materiale jednolitym, ale starano się także zbadać stan protoplastów w zależności od wieku, pór roku i t. p. Mamy tu spełnienie postulatu, iż protoplazmatyczna charakterystyka tkanki winna być dokonana w różnych okresach życia danej tkanki. Szczegółowe omówienie literatury, dotyczącej protoplazmatycznej anatomji listka moczarki, mogłoby zająć miejsce oddzielnego, obszernego referatu. Nie możemy przeciążać czytelnika nawałem faktów, z których nie wszystkie zostały potwierdzone. Ograniczymy się przeto do paru najważniejszych prac, odsyłając poza tem czytelnika do wykazu literatury, gdzie zainteresowani znajdą bliższe szczegóły.

Listek moczarki, podobnie jak i tkankę przedrośla paproci, można podzielić na pewne strefy o różnych właściwościach fizjologicznych. Missbach (1928) i Gahlen (1934) dokonali takiego podziału na zasadzie różnic w przepuszczalności plazmy

dla rozmaitych ciał. Weber (1930) i Moder (1932) wykazali, że istnieją znaczne różnice w pochłanianiu barwików witalnych przez określone grupy komórek, Moder i Gahlen stwierdziły różną zawartość skrobi w pewnych partjach listka. Gicklhorn (1927) opisał specjalne komórki, magazynujące tlenki manganu. Moder i Gahlen pomierzyły wartość osmotyczną różnych komórek i jej roczne wahania. Pekarek i Fürth (1931) zaobserwowali, że określone grupy komórek wykazują określony kierunek ruchu plazmy. Wreszcie przeprowadzono badania nad odpornością różnych stref liścia na niekorzystne czynniki, jak podwyższona temperatura (Belehradek i Melichar 1930), zimno i kwasy (Weber 1932), eter, telur, woda destylowana (Moder) i t. p.

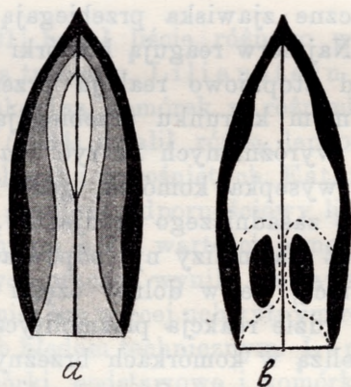
Collins (1931) badał liście różnego wieku ze względu na ich odporność na trucizny. Lilienstern (1935) zajmowała się zdolnością redukcyjną komórek w różnych fazach rozwoju listka. Strugger (1934) ustalił różną lepkość plazmy w komórkach merystemalnych i wyrosniętych. Esteřak (1935) poddał dokładnej analizie gradient odpornościowy liści oraz zajmował się rocznymi wahaniami pH i wartości osmotycznej.

W zacytowanych pracach wyniki nie zawsze są zgodne, co należy przypisać mniej lub więcej uchwytym różnicom w warunkach obserwacji lub błędom technicznym. Lepeschkin (1930) stwierdził, że komórki podstawowe i komórki żeberka chłoną intensywnie barwiki anilinowe. Gicklhorn (1927), Moder i Meindl (1934) dostali tu wyniki wręcz odmienne. Właśnie te partje komórek nie barwiły się albo wcale, albo bardzo opornie. Różnice między temi wynikami możnaby częściowo tłumaczyć innemi wartościami pH w doświadczeniach autorów. Gahlen ustaliła roczne wahania OW w granicach 7.8 do 12.2 atmosfer. Esteřak dostał wartości od 5 do 10 atmosfer. Różnicę tę tłumaczy Esteřak stosowaniem różnych metod pomiarowych. Także przy ustalaniu gradientów wytrzymałościowych nie osiągnięto jednakowych rezultatów. Według Belehradka i Melichara gradient wytrzymałościowy na wysoką temperaturę przesuwają się od nasady listka w kierunku wierzchołka, przyczem najbardziej odporne są protoplasty bliższe wierzchołka. Esteřak stwierdził całkiem odwrotny kierunek tego gradientu. Tutaj występuje jaskrawo możliwość błędów doświadczalnych. Jeśli bowiem używane do badań

listki odrywać pincetką od łądyżki, wówczas dostaje się gradient Esteraka. Jeśli odcinać je przy pomocy brzytwy, wtedy dostaje się gradient typu Belehradka i Melichara. Podobny wpływ samego zabiegu operacyjnego widać również z porównania badań Esteraka i Moder nad odpornością komórek na narkozę. W doświadczeniach Esteraka najdłużej przeżywają komórki zgrupowane w dwie wysepki po obu stronach żeberka; u Moder brak tych wysepek zupełnie. Esterak przekonał się, że jest to wpływ li tylko preparowania listka. Widzimy z tego, że protoplazmatyczna charakterystyka komórek i tkanek natrafia na duże trudności metodyczne. Podamy tu parę rycin z pracy Esteraka, ilustrujących rozkład gradientów w listku moczarki. Według wspomnianego badacza wszystkie fizjologiczne zjawiska przebiegają w liściu w określonym porządku. Najpierw reagują komórki brzeżne i to bliżej wierzchołka, i stąd stopniowo reakcja przesuwa się ku podstawie. W tym samym kierunku przebiegają reakcje i w następnych strefach, wyróżnionych na ryc. 6 a. W górnej części listka znajduje się wysepka komórek, gdzie reakcja zachodzi najpóźniej. Od tego zasadniczego gradientu „G” istnieją różne odchylenia. Gradient plazmolizy np. odpowiada gradientowi G z tą jednakże różnicą, że w dolnej części listka występują wysepki komórek, gdzie reakcja plazmolityczna zachodzi równocześnie z plazmolizą w komórkach brzeżnych (ryc. 6 b). Podobna modyfikacja gradientu G występuje przy zamieraniu pod wpływem wysychania i przy kontrakcji plazmy pod wpływem ucisku. Z tego wynika, że komórki brzeżne i komórki rzeczonych wysepek podstawowych posiadają stosunkowo najmniejszą wartość osmotyczną. Poza temi gradientami także i dwie różne strony liścia różnią się fizjologicznie. Protoplasty dolnej strony są odporniejsze na działanie narkozy, wody destylowanej i plazmolizy. W blaszce górnej występuje często zjawisko systrofe chloroplastów, czego nie spotykamy po stronie dolnej (Moder) i t. p.

Wszystkie te pozornie różnorodne cechy określonych grup komórkowych są ze sobą genetycznie związane. Weźmy dla przykładu komórki podstawowe wyrosniętych liści. Moder stwierdziła w nich obecność dużej ilości skrobi. Zatem osmotyczna wartość tych komórek musi być stosunkowo niższa. Rezultatem tego będzie względnie duże uwodnienie cytoplazmy,

co pociąga znowu za sobą małą jej lepkość (łatwa plazmoliza). Wraz z tem idą: stosunkowo duża przenikliwość plazmy, mała jej odporność na wysokie temperatury i t. p. Widzimy więc, że zaobserwowawszy w pewnych komórkach większą ilość skrobi mogliśmy już przewidzieć dla tych komórek niektóre inne cechy fizjologiczne. Nie znaczy to jednak bynajmniej, że ilość skrobi jest tu przyczyną wszystkich tych zjawisk. Przyczyna leży w stosunkach strukturalnych i enzymatycznych protoplazmy (por. wstęp), i jeśli w przyszłości metody protoplazmatyki potrafią nam każdorazowo zbadać te stosunki, wówczas będziemy mieli wytłumaczone przyczynowo wszystkie te napozór nie związane ze sobą fakty.



Ryc. 6.

Gradienty fizjologiczne w liściu moczarki, *a* — gradient zasadowy „*G*“, *b* — gradient plazmolizy. — Według Esteřaka.

Strugger (1934) próbuje tłumaczyć występowanie różnych gradientów w liściu moczarki przede wszystkim wiekiem komórek. Słusznie podkreśla on, że w części podstawowej liścia komórki są najbliższe wiekiem do tkanki twórczej, będą przeto miały cechy zbliżone do merystemalnych. Im dalej ku wierzchołkowi, tem bardziej będą to komórki typu wyrośniętych, zróżnicowanych. Ten „gradient wieku“ udało się Struggerowi wykazać doświadczalnie przy pomocy Weberowskiej metody plazmolizy (por. rozdz. poprzedni). Strefa merystemalna już po pięciu minutach wykazuje łatwą i typową plazmolizę wypukłą. W strefie wzrostu czas plazmolizy przedłuża się do $\frac{1}{2}$ godziny,

i znajdujemy tu wszystkie formy przejściowe od plazmolizy wypukłej aż do t. zw. „Krampfplasmolyse“ Webera, t. j. formy najbardziej wklęsłej. W wierzchołku listka, wśród komórek wyrosniętych, plazmoliza powraca do typu wypukłej. Nie ulega wątpliwości, że czynnik wieku i wzrostu komórek odgrywa wielką rolę w różnych „gradjentach“ tkanki listka. Czy jest on jednak najważniejszym czynnikiem regulującym wszystkie inne zjawiska — jak to chce Strugger — o tem możnaby wątpić. Dodajmy, że podobne gradjenty lepkości plazmy wykrył Strugger i na wielu innych obiektach (korzonki *Lemna*, płatki *Dahlia*, hypokotyle *Helianthus* i t. p.).

Nie chcemy przeciążać czytelnika dalszemi szczegółami z zakresu anatomji listka moczarki. Sądzymy, że podane wyżej przykłady dostatecznie orjentują nas w kierunku badań, a jednocześnie wskazują na trudności metodyczne, z jakimi protoplazmatyka musi się liczyć. Na zakończenie dodamy, że podobne gradjenty wytrzymałości ustala się dla liści bardzo wielu roślin zielnych i drzew (Esterak; Gicklhorn, 1936).

Dotychczas omawialiśmy organy wzgl. tkanki, które morfologicznie były bardzo mało zróżnicowane i które przeto leżały jakby poza nawiasem anatomji klasycznej. Musimy także zapytać, czy istnieje możliwość protoplazmatycznej charakterystyki takich tkanek, które i tak są wyraźnie wyodrębnione wskutek pewnych wyraźnych cech morfologicznych i z którymi przeto liczy się i anatomja klasyczna. Możemy dać twierdzącą odpowiedź na to pytanie, jakkolwiek charakterystyka jest i tutaj bardzo jednostronna, dotyczy bowiem znowu tylko oderwanych „parametrów“ protoplazmy.

W literaturze fizjologicznej możemy znaleźć różne fakty, które pomogą nam do wyszukania drogi dla protoplazmatycznego charakteryzowania tkanek roślin wyższych. Küster opracował w roku 1912 nową metodę barwienia za życia. Polegała ona na wstawianiu całych pędów roślinnych do roztworów barwików, przyczem barwik podnosił się w tkankach przewodzących wraz z prądem wody i rozchodził po roślinie. Przekonano się tą drogą, że cały szereg barwików, które dotychczas były uważane za nie przenikające do żywej komórki, lokalizuje się w określonych elementach tkankowych. W całym organizmie roślinnym znaleziono komórki, które barwiły się za życia barwikami sulfonowemi, pomimo że inne elementy barwików tych wcale nie chłoneły. Barwią się przedewszystkiem komórki otaczające

wiązki przewodzące, dalej pewne komórki w płatkach i listkach okwiatu, wreszcie niektóre komórki owoców. U niektórych roślin zabarwiały się całe prawie liście. Colla n der potwierdził wyniki Küstera i zwrócił uwagę na charakterystyczne zachowanie się komórek, otaczających wiązki. Prawie zawsze barwią się one witalnie nieprzenikliwymi gdzieindziej barwikami sulfonowymi. Na tej zasadzie mogliśmy już scharakteryzować pewne elementy wiązek przeprowadzających.

W roku 1921 Höfler i Stiegler stwierdzili, że komórki epidermalne łodyg *Gentiana Sturmi*ana charakteryzowały się — w przeciwstawieniu do innych tkanek tej rośliny — dużą zdolnością przepuszczania dla mocznika. Szczegół ten skłonił Höflera do przedsięwzięcia dokładnych badań nad protoplazmatyczną charakterystyką tkanek przy pomocy jednego parametru plazmy, t. j. przy pomocy wyznaczania przepuszczalności dla określonego ciała. Dodajmy wszakże, że i badania Ursprung a i Bluma nad siłą ssącą komórek mogłyby również służyć dla pewnej ich protoplazmatycznej charakterystyki. Ciekawe zestawienie tych pomiarów dla różnych tkanek rozmaitych organów rośliny znajdzie czytelnik w polskim podręczniku ekologii Szymkiewicza (1932, str. 238—246).

Höfler i Stiegler oparli się na wyłożonej przez nas poprzednio metodzie plazmometrycznej. Na wielu osobnikach *Gentiana Sturmi*ana określili tą metodą wartość m dla mocznika (ilość mocznika pobrana przez daną komórkę w ciągu 1 min. z 1 GM roztworu mocznika). Pozwalamy sobie zacytować tutaj kilka liczb, otrzymanych z różnych doświadczeń.

antocjanowe kom. epidermy łodygi	0-03675	naświetlenie zaciemnienie
	0-0184	
	0-048	
	0-0215	
	0-0100	
kom. korowe łodygi	0-00499	
	0-00289	
	0-00483	
	0-00286	
kom. ep. rurki korony	0-00196	
	0-00132	
	0-00058	
	0-00117	

Doświadczenia te pokazały, że przepuszczalność plazmy dla mocznika jest różna w różnych tkankach. Dla komórek jednej tkanki wartość m nie jest stała, lecz waha się w małych granicach. Rząd wielkości jest jednak zachowany. Dla plazm różnych tkanek rząd wielkości jest różny. Wartości m nie są cechą charakterystyczną dla określonych gatunków. Podobne wyniki otrzymano z badań plazmometrycznych nad *Lamium purpureum*.

Odpowiednie pomiary zostały przeprowadzone i na innych organach rośliny. U tejże samej *Gentiana Sturmiiana* zbadano także epidermy liścia i korzenia. Oto niektóre dane z Höflera (m przeliczono tutaj na 1 godz.).

łodyga	kom. ep.	1·5— 6·0
	warstw. pdep.	0·25
liść	kom. ep. dolnej str. .	0·48
korzeń	kom. ep.	0·50
kwiat	kom. rurki kor. . . .	0·088

Najłatwiej przenika mocznik przez plazmę komórek epidermy łodygi; najtrudniej dostaje się do komórek korony. Inaczej zachowują się komórki epidermalne łodygi wobec cukru lub KNO_3 . Nie pobierają one tych ciał pręcej niż inne komórki. Höfler opracował (1934) dla komórek epidermalnych łodygi cały t. zw. „szereg przepuszczalności“, t. j. zbadał szybkość przenikania do nich całego szeregu ciał. W podobny sposób postąpiono i z innymi komórkami, np. kom. korony. Okazało się przytem, że otrzymane tu liczby są dla danej tkanki pod pewnym względem charakterystyczne. Oto zestawienie z Höflera (1936):

	kom. ep. korony	kom. ep. łodygi
mocznik	0·088	4·0
metylomocznik	0·246	1·40
gliceryna	0·695	1·04
amid kw. malonowego .	0·047	0·277
erytryt	0·031	0·036
sacharoza	0·002	0·002

*

Z zestawienia podobnych szeregów widać, że plazma kom. ep. łądygi charakteryzuje się specjalną zdolnością do łatwego przepuszczania mocznika i wogóle związków, posiadających grupę aminową. Przeciwnie tego typu są komórki epidermalne korony, których plazma jest dla tych związków trudno przepuszczalna. W odniesieniu do gliceryny różnice są tu nieznaczne.

Na zasadzie podanych faktów wyróżnia Höfler t. zw. „glicerynowy“ i „mocznikowy“ typ przepuszczalności albo t. zw. typ amidofobowy i amidofilny. To rozróżnienie posiada duże znaczenie teoretyczne, gdyż dowodzi ono, że oponki plazmatyczne w obu rodzajach komórek posiadają różną kwasowość. Plazma kom. amidofilnych (np. kom. ep. łądygi) jest bardziej kwaśna, amidofobowych zaś (np. kom. ep. korony) bardziej zasadowa (Höfler). Widzimy więc, że metoda plazmometryczna nie tylko ustala różnice przepuszczalności, ale co więcej upoważnia jeszcze do wyciągania wniosków o fizyko-chemicznym charakterze plazm. Protoplazmatyczna charakterystyka tkanek sięga tutaj dosyć głęboko.

Do podobnych wniosków co Höfler dochodzą w swych badaniach także Strugger (1934–1935), Hofmeister (1935; cyt. według Höflera, 1936), Marklund (1936) i Wahry (1936).

Wahry badała plazmometrycznie komórki mezofilu w liściach powietrznych i wodnych *Hippuris vulgaris*. Plazma komórek liści wodnych należy do typu amidofobowego, liści zaś powietrznych do typu amidofilnego. Także i inne znane z literatury zjawiska przepuszczalności (Overton, Collander, Willbrandt, Höfler, Bonte i in.) możnaby tłumaczyć na zasadzie przedstawionych poglądów.

Większa zasadowość wzgl. kwasowość plazmy zmienia się oczywiście z wiekiem komórki (p. np. Strugger), tem nie mniej jednak pomiędzy komórkami wyróżnionych wyżej typów różnice mogą być wykazane w stadjach najmłodszych. W ustalaniu szeregów przepuszczalności i badaniu tą drogą właściwości plazm widzi Höfler dogodną metodę do przeprowadzania protoplazmatycznej charakterystyki tkanek.

Kończąc ten rozdział o anatomji protoplazmatycznej, nie możemy pominąć pewnego kierunku, który możnaby nazwać protoplazmatyczną anatomją patologiczną. Zajmuje się ona protoplazmatyczną charakterystyką tkanek patologicznych i porów-

naniem ich z takimiż cechami tkanki normalnej. Metody badań są podobne. Fuchs (1935) ustalił t. zw. indykatory plazmatyczne, służące dla określenia stanu fizjologicznego protoplastów normalnych i nienormalnych. Temi indykatorami są: wartość osmotyczna, pH , rH , zawartość cukrów i t. p. Podobną próbę podjęła ostatnio uczennica Webera — Kalchhofer (1936). Z pracy jej zacytujemy parę przykładów.

W badaniach nad listkami *Elodea* czas plazmolizy w $nKCl$ dał się ustawić według szeregu:

rośliny bez Ca , bez N < bez P < bez K < normalne rośliny.

Czas przeżywania plazmy w tem plazmolitikum można było uszeregować:

norm. rośl. < bez P < bez K < bez N < bez Ca .

Wrażliwość na kwasy opadała w szeregu:

bez N > bez Ca > bez K > bez P > norm. rośl.

To samo było z wrażliwością na wysokie temperatury.

Przy witalnem barwieniu czerwienią obojętną występowały krzaczaste strąty barwika w wakuolach roślin, cierpiących na brak Ca i N i t. p. Podobne doświadczenia przeprowadzono na *Vicia faba* i *Tradescantia*.

Wyżej już podkreśliliśmy, że te oderwane zjawiska spowodowane są istotnymi i głębszymi zmianami w strukturze protoplazmy. Poznanie tej struktury powiąże wszystkie te fakty w jedną całość. Dziś zadowolić się jeszcze musimy wyszukiwaniem oderwanych parametrów, które wszakże do pewnego stopnia charakteryzują stan żywej materji. Do tej samej kategorii badań anatomiczno-patologicznych zaliczyć zapewne należy ostatnie badania Reuter (1937) nad protoplazmatyką liści normalnych i żółknących.

IV. Protoplazmatyka porównawcza.

Zapoznanie się z metodami pracy w dziedzinie anatomji protoplazmatycznej wprowadza nas odrazu w ostatnią dziedzinę badań protoplazmatyki — w protoplazmatykę porównawczą. Jest to protoplazmatyczna systematyka roślin. Sformułował ją w roku 1932 Höfler. Według jego ujęcia dyscyplina rzeczona ma na celu wykazanie podobieństwa i różnic pomiędzy protoplazmami organizmów przy pomocy witalnych metod bez pośrednich. Genetyka, opierająca się na chromozomowej teorji

dziedziczności, jak i badania genetyczne nad wpływem i znaczeniem plazmonu posługują się najczęściej krzyżówkami, a więc metodami pośrednimi. Jednakże pewne rozważania filogenetyczne, ugruntowane na badaniu garniturów chromosomowych (np. Kihara i jego współpr.), są w lwiej części właśnie badaniami bezpośrednimi. Zdobyte tą drogą fakty cyto-genetyczne nie mogą być w żadnym razie mniej warte od różnych faktów i cech fizjologicznych. Jeżeli jednak tego cyto-morfologicznego kierunku badań nie zaliczamy do protoplazmatyki, to tylko dlatego, że prawdziwie protoplazmatyczne badanie musi dotyczyć protoplastu żywego. Jak zaś wiemy, wspomniane badania cyto-morfologiczne opierają się wyłącznie na analizie materiału utrwalonego. Z tych też względów interesuje nas tutaj specjalnie kierunek, reprezentowany przez Höflera. Höfler zadaje sobie dwa pytania: 1) czy można protoplazmatycznie scharakteryzować większe systematyczne grupy roślinne; 2) czy można w ten sam sposób porównywać mniejsze jednostki systematyczne, jak rodzaje, gatunki, rasy.

Zajmiemy się najpierw pytaniem pierwszym. Odpowiedź na nie daje sam Höfler w badaniach plazmolitycznych nad glonami morskimi. W morzu można znaleźć obok siebie w warunkach ekologicznie podobnych szereg glonów, należących do różnych wielkich pni świata roślinnego. Są to: brunatnice, krasnorosty i zielenice (trzymamy się systemu Wettsteina). Höfler plazmolizował różne ich rodzaje skoncentrowaną wodą morską, a więc płynem — jak się zdaje — najmniej dla tych organizmów obcym.

Brunatnice (*Halopteris* i *Dictyota*) ulegają plazmolizie łatwo, ale nawet po bardzo długim leżeniu w płynie plazmolizującym nie ulegają deplazmolizacji. Plazma ich jest więc nieprzepuszczalna dla większych ilości soli. W stosunku do nieelektrolitów (mocznik, gliceryna) jest ona łatwo przepuszczalna i brunatnice deplazmolizują się szybko.

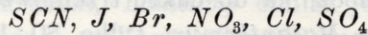
Krasnorosty nie dają się prawie wcale deplazmolizować. Zabieg ten prowadzi b. często do śmierci komórki. Zupełnie brak okrągłych form plazmolizy. U *Heterosiphonia* następuje kurczenie się samej wakuoli (tonoplastu), a plazma pozostaje przy błonie komórkowej. Jest tu więc typowa plazmoschiza (rozerwanie się plazmy w pewnej warstwie).

Zielenice (*Chaetomorpha* i *Cladophora*) ulegają w skoncentrowanej wodzie morskiej łatwej plazmolizacji i deplazmolizacji.

Plazma ich jest łatwiej przepuszczalna dla większej ilości soli. Są tu atoli wyjątki: *Cladophora pelucida* nie ulega deplazmolizie w tych warunkach.

Z powyższego zestawienia widzimy, że u trzech głównych pni glonów różnice protoplazmatyczne mogą być wykazane metodą stosunkowo tak prostą, jak plazmoliza. Metoda plazmolityczna charakteryzuje nam do pewnego stopnia żywą materję wymienionych organizmów. Stanowi ona klucz do dalszych dociekań nad ich strukturą fizyko-chemiczną.

Jeszcze w roku 1927 zaobserwował Boas zjawisko, które nazwał „das phyletische Anionenphenomen“. Hodując na jednej pożywce grzyby i bakterje, stwierdził, że dodatek minimum jakiegoś anjonu powoduje elektywny rozwój albo jednego, albo drugiego organizmu. Lyotropowy szereg anjonów:



odpowiada szeregowi bakterjotropowemu w kierunku zaś odwrotnym — mykotropowemu. Metoda Boasa wykazuje zasadnicze różnice w budowie warstw powierzchniowych plazmy dwu różnych szczepów: grzybów i bakteryj.

Protoplazmatyczna charakterystyka mniejszych jednostek systematycznych jest właściwie zadaniem genetyki. Pierwsze kroki w tej materji już poczyniono. G. Becker (1932) wykazał, na heteroploidalnych homo- i heterogenomatycznych szeregach *Funariaceae*, że wprowadzanie coraz to nowych genomów powoduje stałe obniżanie osmotycznej wartości protonemy. Genom właściwy dla danego plazmonu obniża tę wartość silniej, genom obcy słabiej. Działanie tych ostatnich zaznacza się tylko do pewnej granicy. W badaniach Beckera mamy połączenie pośrednich metod genetycznych z bezpośrednimi metodami protoplazmatycznymi. Kierunek badań genetyczno-protoplazmatycznych kontynuuje Schlösser (1935). Stwierdził on że *OW* soku komórkowego dziedziczy się ściśle po matce i że pomiędzy stopniem realizowania się poszczególnych genów i *OW* istnieje związek przyczynowy. Obydwaj badacze posługują się metodą plazmometryczną.

Ze szkoły Höflera posiadamy kilka przyczynków do protoplazmatycznej charakterystyki mniejszych jednostek systematycznych. Huber i Höfler (1939) przekonali się, że przepuszczalność plazmy dla wody może się w różnych objek-

tach wahać w dużych granicach. Nie zależy to przytem od warunków zewnętrznych a jest raczej cechą specyficzną danej plazmy. W jednym i tem samym akwarjum *Vallisneria* jest bardzo łatwo przepuszczalna dla wody, komórki zaś *Salvinia* — trudno. Podobnie *Zygnema* pobiera ją łatwiej niż *Spirogyra*. Takie szeregi przepuszczalności możnaby układać dla różnych roślin, ale też i dla różnych ciał. Z tego bowiem, że dana plazma jest łatwo przepuszczalna dla wody, jeszcze nie wynika, że będzie się ona zachowywała tak samo w stosunku do mocznika, gliceryny lub cukru. Höfler stosuje przeto inną metodę: porównuje on w różnych roślinach stosunek przepuszczalności dla dwu różnych ciał. Dla *Gentiana Sturmiiana* np. w komórkach skórki łodygi mamy następujący stosunek: mocznik: $KNO_3 = 170:1$; dla *Rhoeo* stosunek ten wynosi $1:1$. Stosunek przep. mocznika do cukru trzcinowego wynosi u *Gentiana* $2500:1$ a u *Majanthemum* tylko $80:1$. Stosunki takie należy zbadać dla każdej tkanki oddzielnie. Höfler proponuje wprowadzenie t. zw. specyficznych szeregów przepuszczalności, t. j. szeregów porównawczych przenikania różnych ciał przez jedną i tę samą plazmę. Mając wiele takich szeregów, możnaby porównywać właściwości plazm różnych roślin. Takie zestawienie dał jeszcze w roku 1931 Wilbrandt. Widzieliśmy w rozdziale poprzednim, że takie zjawiska przepuszczalności mogą doprowadzać do pewnej fizyko-chemicznej charakterystyki warstw powierzchniowych protoplastu (por. wyżej str. 343). Wydaje nam się jednak, że program Höflera nie uwzględnia dostatecznie znaczenia jednego faktu: tego mianowicie, że wszystkie wykazane wyżej doświadczenia określają przepuszczalność protoplastów splazmolizowanych, a więc oponek sztucznych, powstałych podczas plazmolizy. Tego rodzaju przepuszczalność (t. zw. Plasmolyse-Permeabilität Webera) nie da się bez zastrzeżeń ekstrapolować na protoplasty nietknięte, zdrowe, stojące w normalnym zespole tkankowym. Raczej należy przyjąć, że stosunki są tam zgoła inne, zwłaszcza jeśli się zważy, że charakter fizyko-chemiczny oponek plazmatycznych powstałych przy plazmolizie zależy w dużym stopniu od rodzaju użytego plasmoliticum.

Potwierdzenie naszych wątpliwości w tej materji widzieliśmy w pracy Schmidta (1936), który stwierdził, że u pewnych roślin splazmolizowanie komórki cukrem posiada duży

wpływ na przenikliwość przez taką plazmę innych ciał np. mocznika lub gliceryny. U innych roślin wpływ ten jest nieznaczny. W przytoczonych zjawiskach widzimy dużą niedoskonałość metody plazmometrycznej, która zarówno w anatomji protoplazmatycznej, jak i w protoplazmatyce porównawczej nie charakteryzuje właściwie wcale protoplastów normalnych.

Schmidt wyciąga ze swej pracy inny ciekawy wniosek: oto podkreśla on, że dla protoplazmatyki porównawczej otwiera się nowa możliwość. Obok badania specyficznych szeregów przepuszczalności nasuwa się możliwość badania specyficznej wrażliwości w przepuszczalności danej plazmy. Okazuje się bowiem, że u jednych roślin (*Rhoeo*, *Vallisneria*, *Salvinia*, *Majanthemum*, *Allium*, *Sedum*) plazmoliza cukrem nie wpływa na przenikliwość dla mocznika lub gliceryny, u innych zaś (*Gentiana*, *Taraxacum*, *Lamium*) obniża ją do $\frac{1}{30}$. W ten sposób można wyróżnić rośliny o plazmie więcej i mniej wrażliwej. Zdaniem Schmidta w pierwszym wypadku mamy do czynienia z przepuszczalnością, opierającą się głównie na wielkości por w oponce plazmatycznej, w drugim zaś przypadku przedewszystkiem z liporozpuszczalnością. I tutaj więc dochodzimy do pewnej fizyko-chemicznej charakterystyki protoplazmy.

Na zakończenie przypomnimy jeszcze badania Höflera (1931) i Zellerera (1931) nad wytrzymałością różnych krasnorostów na działanie środowiska hypotonicznego. Jest to także przyczynek do protoplazmatycznej charakterystyki tych organizmów.

V. Zakończenie.

Zaznajomiwszy się z metodami pracy i zdobyczami kierunku protoplazmatycznego w botanice, możemy zastanowić się nad tem, w jakim stopniu kierunek ten odpowiedział założeniom przedstawionym we wstępie tego artykułu. Uderzyć nas musi — mimo wszystko — pewna jednostronność dotychczasowych badań, która pociąga za sobą bardzo ograniczoną charakterystykę żywej materji. Zgodzimy się z tem, że w anatomji protoplazmatycznej i protoplazmatyce porównawczej zasadniczą rolę odgrywa tylko kilka metod fizjologicznych i charakteryzowanie protoplazmy przy pomocy nielicznych jej fizjologicznych „parametrów“. Dotkliwie daje się odczuć brak metod, któreby pozwoliły wniknąć w strukturalne i organizacyjne zagadnienia żywej ma-

terji i na tej zasadzie charakteryzować tkanki i organizmy. Te metodyczne trudności stanowią dla kierunku protoplazmatycznego istotną zaporę i dalszy jego rozwój jest ściśle związany z postępowaniem odpowiednich metod badawczych. Mając dzisiaj możliwość charakteryzowania tkanek lub organizmów przy pomocy pewnych cech żywej materji, dalecy jednak jeszcze jesteśmy od całkowitego poznania organizacji protoplastu-rośliny, praw, które tą organizacją rządzą i które nadają kierunek jej rozwojowi. A to są podstawowe zagadnienia protoplazmatyki.

Nie możemy jednak być nastroszeni zbyt pesymistycznie. Czasem musi wystarczyć samo dokładne zdanie sobie sprawy z celu i konsekwentne obranie najodpowiedniejszej do niego drogi. Nie ulega zaś wątpliwości, że położenie nacisku na konieczność badania zjawisk *in situ* i w warunkach żywotności, oraz na konieczność dania protoplazmatycznych podstaw każdej dyscyplinie biologicznej, stanowi wielką zasługę protoplazmatycznego punktu widzenia. Możliwość kierunek ten nazwać cytologicznym punktem widzenia w nauce o roślinie lub mówić o stosowaniu metod cytologicznych do anatomji, fizjologii, systematyki i t. p. Być może nie potrafimy oddzielić cytologii od protoplazmatyki. Istota rzeczy zdaje się jednak tkwić w tem, że i zróżnicowanie komórkowe jest tylko pewną określoną formą organizacji, która zresztą może się bez niej obejść. Mógłbym zakończyć słowami Bertholda, jednego z najwybitniejszych protagonistów protoplazmatyki: im głębiej wnikamy w różnorodne zagadnienia biologiczne, tem jaśniejszem się staje, że wszystkie one sprowadzają się w ostateczności do zagadnienia protoplazmy.

Zakład Botaniki Ogólnej Uniw. Józefa Piłsudskiego.

LITERATURA.

Wobec obszernej literatury przedmiotu powołujemy się przede wszystkim na kompendja i prace referatowe, gdzie czytelnik znajdzie bliższe szczegóły. Staraliśmy się przytem uwzględnić przede wszystkim bibliografię polską. Obszerniej uwzględniliśmy prace, dotyczące szkół Webera i Höflera, jako kierunków najwyraźniej zarysowanych we współczesnej protoplazmatyce.

- Ackermanówna J., 1936. Współczesne metody badania substancji żywej. Kosmos, Ser. B. Rocznik 61, str. 175.
- Bassalik K., 1934. Zur „Auximon“ — Frage. Acta Soc. Bot. Poloniae, 11, str. 851.
- Becker G., 1932. Experimentelle Analyse der Genom- und Plasmawirkung bei Moosen. III. Osmotischer Wert heteroploider Pflanzen. Zeitschr. Ind. Abst.-Vererbungslehre. 60, 17.
- Becker W. A., 1934. Zarys badań nad hodowlą tkanki roślinnej in vitro. Kosmos, Ser. B. T. 59, str. 191—216.
- 1936. Vitale Cytoplasma- und Kernfärbungen. Protoplasma. 26.
- 1937. Nowe kierunki w anatomji roślin. Przyroda i Technika.
- Beckerowa Z., 1934. Zytologische Untersuchungen an den Trichocysten von *Stratiotes aloides*. Acta Soc. Bot. Poloniae, 11, 347.
- Belehradek J. et Melichar J., 1930. L'action differente des temperatures élevées et des temperatures normales sur la survie de la cellule végétale (*Helodea canadensis*) Rich. Biol. Generalis, VI, 109.
- Berthold G., 1886. Studien über Protoplasmamechanik. Leipzig, 332 p.
- 1904. Untersuchungen über die Physiologie der pflanzlichen Organisation. II. T. Leipzig. 242 p.
- Boas F., 1927. Das phyletische Anionenphenomen. Ein Beitrag zur Hylergographie. Fischer. Jena, 91.
- 1930. Zur Kenntnis der Wirkung von Gallensalzen auf die Zelle. Protoplasma, 9, 428.
- Bonte H., 1935. Vergleichende Permeabilitätsstudien an Pflanzenzellen. Protopl. 22, 209—242.
- Child C. M., 1928. The physiological gradients. Protoplasma, 5, 447.
- Collander R., 1925. Über die Permeabilität pflanzlicher Protoplasten für Sulfosäurefarbstoffe. Jahrb. wiss. Bot., 60, 354.
- Collins W. A., 1931. Gift-Resistenz verschieden alter *Elodea*-Blätter. Protoplasma, 12, 549.
- Ešteřak K. B., 1935. Resistenz-Gradienten in *Elodea*-Blättern. Protoplasma, 23, 367.
- Frey-Wyssling A., 1936. Der Aufbau der pflanzlichen Zellwände. Protoplasma, 25, 261.
- Gaffron H. u. Wohl K., 1936. Zur Theorie der assimilation. Naturwiss. 24, 81—90, u. 103—107.
- Gahlen K., 1934. Beiträge zur Physiologie der Blattzellen von *Helodea canadensis*. Protoplasma, 22.
- Gicklhorn J., 1927. Die Dielektrizitäts-konstante (DEK) in der Physiologie. Protoplasma, 1, 124.
- 1927. Über die Entstehung und die Formen lokalisierter Manganspeicherung bei Wasserpflanzen. Ein Beispiel zur Auswertung der Kolloidphysik in der Physiologie der Zelle. Protoplasma, 1, 372.
- 1932. Beobachtungen zu Fragen über Form, Lage und Entstehung des Golgi-Binnen-apparates. Protoplasma, 13, 365.

- Gicklhorn J., 1936. Gradienten des Erfrierens von Laubblättern. *Protoplasma*, 26, 90—96.
- Gratzy-Wardengg E., 1929. Osmotische Untersuchungen an Farnprothallien. *Planta*, 7.
- Grawis A., 1898. Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica*. Bruksela. Diss.
- Guilliermond A., 1930. Recherches ultramicroscopiques sur les cellules végétales. *Rev. Gen. de Bot.*, 42, 1.
- 1932. La structure des cellules végétales à l'ultramicroscope. *Protoplasma*, 16, 454.
- Gulliermond A., Mangelot G., Plantefol L., 1933. *Traité de Cytologie végétale*. Paris. 1195 p.
- Haberlandt G., 1918. *Physiologische Pflanzenanatomie*. 670 p.
- Heilbrunn L. V., 1928. *The colloid chemistry of Protoplasm*. Berlin. 356 p.
- Hofmeister, W., 1867. *Die Lehre von der Pflanzenzelle*. Hdb. der phys. Bot. Leipzig. 1 Bd.
- Höfler K., 1931. Hypotonietod und osmotische Resistenz einiger Rotalgen. *Österr. Bot. Zeitschr.*, 80, 51.
- 1931. Das Permeabilitätsproblem und seine anatomischen Grundlagen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 49, 79.
- 1932. Zur Tonoplastenfrage. *Protoplasma*, 15, 462.
- 1932. Vergleichende Protoplasmatik. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 50, 53.
- 1934. Permeabilitätsstudien an Stengelzellen von *Majanthemum bifolium*. (Zur Kenntnis spezifischer Permeabilitätsreihen. I). *Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Math.-Nat. Kl. I. Abt.* 143, 213.
- 1934. Neuere Ergebnisse der vergleichenden Permeabilitätsforschung. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 52, 355.
- 1936. Permeabilitätsunterschiede in verschiedenen Geweben einer Pflanze. *Mikrochemie, Molisch-Festschrift*. 224—242.
- Höfler K. und Stiegler A., 1930. Permeabilitätsverteilung in verschiedenen Geweben der Pflanze. *Protoplasma*, 9, 469.
- Hryniewiecki B., 1927. *Historja botaniki powszechniej. Poradnik dla Samouków*. T. VII, Botanika, str. 547—698.
- 1927. *Historja botaniki w Polsce. Poradnik dla Samouków*. T. VII, Botanika, str. 699—743.
- Huber B. und Höfler K., 1930. Die Wasserpermeabilität des Protoplasmas. *Jahrb. Wiss. Bot.*, 73, 351.
- Kalchhofer Z., 1936. Protoplasmazustand Nährsalzmangelkranker Pflanzen. *Protoplasma*, 26, 249.
- Keller R. und Gicklhorn J., 1928. Methoden der Bioelektrostatik. *Abderh. Hdb. Biol. Arbeitsmeth.* V, 2, 1189.
- Kopaczewski W., 1933. La couche limitante cellulaire. *Protoplasma*, 20, 407.
- Krenke N. P., 1933. Wundkompensation und Chimären bei Pflanzen. Berlin, 9, 345.

- Kuwada J. and Nakamura T., 1933—1935. Behaviour of Chromonemata in Mitosis, I—VI. Mem. Coll. of Sci. Kyoto Imp.: Univ. Ser. B. vol. 9, p. 129, 366; Cytologia, 5, 244; 6, 78; 6, 308; 6, 314.
- Küster E., 1912. Über die Aufnahme von Anilinfarben in lebende Pflanzenzellen. Jahrb. Wiss. Bot., 50, 261.
- 1935. Die Pflanzenzelle. Vorlesungen über normale und pathologische Zytomorphologie und Zytogenese. Jena. 672 p.
- Lehmann O., 1918. Die Lehre von den flüssigen Kristallen und ihre Beziehungen zu den Problemen der Biologie. Ergebn. Phys., 16.
- Leitgeb H., 1888. Beiträge zur Physiologie der Spaltöffnungsapparate. Mitt. Bot. Inst. Graz, 24, 124.
- Lepeschkin W. W., 1930. My opinion about protoplasm. Protoplasma, 9, 269.
- 1930. Light and the permeability of protoplasm. Am. Journ. of Bot. 17.
- Lilienstern M., 1934. Beitrag zur Physiologie der Epidermis. Protoplasma, 22, 367.
- 1935. Altersunterschiede von Zellen einiger Wasserpflanzen in Bezug auf ihr Reduktionsvermögen. Protoplasma, 23, 86.
- Linsbauer K., 1927. Weitere Beobachtungen an Spaltöffnungen. Planta, 3, 527.
- 1930. Die Epidermis. Hdb. der Pfl.-anat. 4. Berlin. 283 p.
- Lüdtke M., 1934. Werden und Organisation der pflanzlichen Zellmembran. Protoplasma, 22, 457.
- Meindl T., 1934. Weitere Beiträge zur protoplasmatischen Anatomie des Helodea-Blattes. Protoplasma, 21.
- Missbach G., 1928. Versuche zur Prüfung der Plasmaviscosität. Protoplasma, 3, 327.
- Moder A., 1932. Beiträge zur protoplasmatischen Anatomie des Helodea-Blattes. Protoplasma, 16, 1.
- Moycho W., 1935. Hormony w świecie roślinnym. Wszechniwa, Nr. 1, str. 16—21.
- Nebel B. R., 1932. Chromosome Structure in Tradescantiae. I. Methods and Morphology. Zeitschr. f. Zellf. u. mikr. Anat., 16, 251.
- Netolitzky F., 1932. Die Pflanzenhaare. Hdb. Pfl. anat. I. Abt. 2 T. Bd. IV. 253 p.
- Pekarek J., 1929. Vitalfärbung von Nektarien. Kolloidchem. Beihefte, 28, 353.
- 1930. Absolute Viscositätsmessung mit Hilfe der Brownschen Molekularbewegung. I. Protoplasma, 10, 510.
- Pekarek J. u. Fürth R., 1931. Über die Richtung der Protoplasma-Strömung in benachbarten Elodea-Blattzellen. Protoplasma, 13, 666.
- Pfeiffer H., 1931. Die Pflanzenzelle und ihre Eignung zu physikalisch-chemischer Protoplasmaforschung. Protoplasma, 14, 486.

- Raciborski M. i Szafer W., 1926. Morfologia wraz z organografią. Poradnik dla samouków. T. VI, str. 426—457.
- Reuter L., 1937. Protoplasmatik vergilbenden Blätter. Protoplasma, 27, 270.
- Rothert W., 1913. Gewebe der Pflanzen. Handwörterbuch der Naturwiss. Jena, 114.
- Rouppert K., 1919. Studja nad gruczołami parzącemi i perełkowemi roślin. Rozprawy Wydz. Mat. Przyr. Akad. Um. Ser. 3, Tom 8, 1—40.
- Scarath G. W., 1927. The structural organisation of plant protoplasm in the light of micurgy. Protoplasma, 2, 189.
- Schlösser L. A., 1935. Beitrag zu einer physiologischen Theorie der plasmatischen Vererbung. Zeitschr. Ind. Abst. Vererbungslehre, 69, 159.
- Schmidt H., 1936. Plasmolyse und Permealilität. Jahrb. wiss. Bot., 83, 470.
- Schmidt W. J., 1934. Polarisations-optische Analyse des submikroskopischen Baues in Zellen und Geweben. Hdb. Biol. Arbeitsmeth. V, 10, 435.
- Schnarf K., 1929. Embryologie der Angiospermen. Hdb. der Pfl.-Anat. p. 689.
- 1933. Embryologie der Gymnospermen. Hdb. der Pfl.-Anat. II Abt. 2 T. Bd. 2, 303 p.
- Schnee L., 1936. Bandplasmolyse der Endodermiszellen von *Cobea scandens*. Protoplasma, 26, 97.
- Schrödter K., 1926. Zur physiologischen Anatomie der Mittelzelle drüsiger Gebilde. Flora, 120.
- Seifriz W., 1929. The Structure of Protoplasm. Biol. Rev. Phil. Soc., 4, 76.
- 1936. Protoplasma, 584 p.
- Sharp L. W., 1934. Introduction to Cytology. N. York and London. 567 p.
- Sharp L. W. — Jaretzky R., 1931. Einführung in die Zytologie.
- Stempell W., 1932. Die unsichtbare Strahlung der Lebewesen. Fischer, Jena.
- Stoll A., 1936. Zusammenhänge zwischen der Chemie des Chlorophylls und seiner Funktion in der Photosynthese. Naturwiss. 24, 53, 59.
- Strugger S., 1934. Beiträge zur Physiologie des Wachstums. I. Zur protoplasma-physiologischen Kausalanalyse des Streckungswachstums. Jahrb. Wiss. Bot., 79, 406.
- 1935. Praktikum der Zell und Gewebephysiologie der Pflanze. Berlin. 181 p.
- Szymkiewicz D., 1932. Ekologia roślin. Lwów, str. 765.
- Teleżyński H., 1930. Udział cytoplazmy w dziedziczeniu. Wszeczeński, Nr. 6, str. 181.
- 1930. Cycle évolutif du chromosome somatique I. Observations vitales sur les poils staminaux de *Tradescantia virginiana*. Acta Soc. Bot. Pol., 7, 381.

- Tischler G., 1934. Allgemeine Pflanzenkaryologie. I. Hälfte: der Ruhekern. Berlin.
- Ulehla V., 1928. Vorversuche zur Kultur des Pflanzengewebes. I. Arch. f. exp. Zellf., 6, 370.
- Wahry E., 1936. Permeabilitätsstudien an Hippuris. Jahrb. Wiss. Bot., 83, 657.
- Waterman N., 1931. Zellstruktur, Strahlung und Ferment. Protoplasma, 12, 112.
- Weber F., 1922. Die Viscosität des Protoplasmas. Naturwiss. Wochenschr. 21, 113.
- 1925. Physiologische Ungleichheit bei morphologischer Gleichheit. Österr. Bot. Zeitschr., 256.
- 1926. Die Schliesszellen. Arch. f. exp. Zellf., 3, 101.
- 1927. Cytoplasma und Kern-Zustandsänderungen bei Schliesszellen. Protoplasma, 2, 305.
- 1929. Plasmolyse-Ort. Protoplasma, 7, 583.
- 1929. Protoplasmatische Pflanzenanatomie. Protoplasma, 8, 291.
- 1930. Vacuolenkontraktion vital-gefärbter Elodea-Zellen. Protoplasma, 9, 106.
- 1931. Harnstoff-Permeabilität ungleich alter Spirogyra-Zellen. Protoplasma, 12, 129.
- 1931. Harnstoffpermeabilität ungleich alter Stomatazellen. Protoplasma, 14, 75.
- 1932. Protoplasmatische Ungleichheit morphologisch gleicher Zellen. Protoplasma, 15, 291.
- 1932. Plasmalemma oder Tonoplast? Protoplasma, 15, 453.
- 1932. Unterschiede in der Säureresistenz der Helodea-Blattzellen. Protoplasma, 16, 287.
- Went F. W., 1932. Eine botanische Polaritätstheorie. Jahrb. Wiss. Bot., 76.
- Wenzl H., 1935. Osmotische und Permeabilitätserscheinungen an Labiaten-Drüsenhaaren. Protoplasma, 23, 187.
- Wertheimer E., 1933. Die physiologische Bedeutung der Zellstrukturen im besonderen der Struktur der Zellgrenzschicht. Protoplasma, 20, 293.
- Wilbrandt W., 1931. Vergleichende Untersuchungen über die pflanzlicher Protoplasten für Anelektrolyte. Pflügers. Arch. 229, 86.
- Wóycicki Z., 1926. Anatomja. Poradnik dla samouków. T. VI. Botanika, str. 275—358.
- 1926. Cytologja. Poradnik dla samouków. T. VI. Botanika, str. 359—425.
- Wrinch D. M., 1936. On the molecular structure of chromosomes. Protoplasma, 25, 550—569.
- Zeller A., 1931. Resistenzversuche an Rotalgen. Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Math. Naturw.-kl. Abt. I, 140, 7.

ZYGMUNT GODYŃ

Jakób Teodor Klein, przyrodnik XVIII w.

Niedawno minęło 250 lat od czasu, kiedy ujrzał światło dzienne jeden z największych przyrodników XVIII wieku Jakób Teodor Klein¹⁾. Był to człowiek niepospolitego umysłu i o bardzo rozległej wiedzy. Był bowiem i wybitnym mężem stanu, był i znanym uczonym w całym ówczesnym świecie naukowym.

Dla nas Polaków ma on szczególne znaczenie. Był wprawdzie narodowości niemieckiej, jednakże z wielu względów był on silnie z Polską związany. Urodził się przecież, żył i pracował na terenie ziem polskich; jako sekretarz miasta Gdańska, które wtedy stanowiło integralną część Rzeczypospolitej, był urzędnikiem polskim i poddanym polskiego króla; przedmiotem jego prac naukowych była także przyroda ziem polskich. Z tych więc względów godnym jest poznania i godnym przypomnienia.

Przez polskich przyrodników był jednak Klein bardzo rzadko i wprost wyjątkowo wspominany. Dorobek naukowy Kleina bardziej znany był tylko współczesnemu mu Rzączyńskiemu, natomiast późniejsi przyrodniczy, jak Jarocki, Wodzicki, Kluk, Rostafiński, Domaniewski, wspo-

¹⁾ Portret Kleina wzięty został z dzieła J. T. Kleina: *Natürliche Ordnung u. vermehrte Historie der vierfüßigen Thiere*. Danzig 1760, wydanego po śmierci autora. Portret ten jak i szereg dzieł do przeglądu otrzymałem z księgozbioru Prof. Dr. Witolda Ziembickiego, za co składam Mu serdeczne podziękowanie.

Według Reychmana znane są trzy ryciny przedstawiające J. T. Kleina: jedna rytowana przez *Maisonnevée*a, dwie zaś przez Sysanga. Wszystkie są podobne — na tle biblioteki i zbiorów przyrodniczych.

minają go tylko ubocznie. Gąsiorowski (4), Bentkowski (1), Zakrzewski (16), Łukasiewicz (9) wymieniają tylko niektóre jego dzieła, natomiast żaden z nich nie podaje ani bliższych danych biograficznych, ani też nie rozpatruje dorobku jego pracy badawczej. Jeden tylko Nusbaum (10) w r. 1895 podał krótką jego biografję i ogólnikowo rozpatrzył jego układy systematyczne.

* * *

Jakób Teodor Klein urodził się 15 sierpnia 1685 roku w Królewcu, z ojca Jakóba, urzędnika sądowego, i matki Doroty z Munkenbecków. Od wczesnych lat młodości dbali rodzice o jego naukę tak w domu, jak i w późniejszych szkołach i troszczyli się o staranne wychowanie. Mając lat 16 został przyjęty na akademję w Królewcu — będącą wówczas pod rektoratem Jana Krzysztofa Boltza — gdzie pod kierunkiem świetnych nauczycieli studjował pilnie prawo i historję nauk matematycznych. W chwilach wolnych poświęcał się poezji i muzyce. Posiadłszy już pewien zasób poważnej wiedzy, udał się w drogę, by poznać różne akademje i pogłębić swe wykształcenie. W tym czasie poznał wielu uczonych i odwiedził także wiele dworów możnych panów. Najczęściej wyjeżdżał do Niemiec i Holandji, poza tem odbył także 6-cio miesięczną podróż do Anglii. Spędziwszy 5 lat zagranicą, powrócił w roku 1711 do Królewca. Na kilka tygodni przed jego powrotem zmarł mu ojciec, po śmierci którego przeniósł się w 1712 roku z Królewca do Gdańska. W rok później udał się znowu w podróż do Szwecji. Po powrocie projektuje nowe podróże, gdy tymczasem zostaje zaszczycony wyborem przez radę miasta Gdańska na jej sekretarza. W dniu 20 grudnia 1713 roku rozpoczyna sprawowanie swego urzędu. Miasto Gdańsk utrzymywało wtedy na dworze króla polskiego t. zw. rezydenta. W maju 1714 roku udaje się Klein w charakterze takiego właśnie rezydenta przy dworze z Gdańska do Drezna a stamtąd do Polski. W marcu 1716 roku wraca dopiero w orszaku króla polskiego Augusta II Mocnego¹⁾, który przybył wtedy do Gdańska. Stąd jednak wy-

¹⁾ Król Polski August II, nie czując się pewnie wśród ciągłych i nowych zamieszek w kraju, wybrał się 8 kwietnia 1716 roku do Gdańska, aby spotkać się tam z carem Piotrem Wielkim dla pozyskania go znowu do swoich celów.



jeżdża zaraz do Królewca z pismem królewskim do cara Piotra Wielkiego¹⁾. Po spełnieniu misji powierzanej mu przez króla, wyjeżdża znowu do Berlina, stamtąd do Hannoveru do króla Wielkiej Brytanji, skąd z końcem 1716 roku powraca do Gdańska. Przez długi okres czasu przebywał w Gdańsku, gdzie z każdym rokiem rosło jego znaczenie i powaga, o czym świadczy powoływanie go przez władze gdańskie na różne odpowiedzialne stanowiska i powierzanie mu rozmaitych dla miasta ważnych spraw. W roku 1721 zostaje mu powierzone Archiwum miasta Gdańska, w roku 1722 dostaje się do t. zw. kancelarji niższej, w roku 1731 otrzymuje polecenie prowadzenia księgi spadków i spraw porządkowych, których to funkcjji zrzeka się jednak w roku 1735. W roku 1737 udaje się jeszcze raz w podróż do Drezna. Mimo piastowania odpowiedzialnych urzędów w Gdańsku, znajdował Klein jeszcze wiele czasu na zajmowanie się zagadnieniami naukowemi. I dobrze się stało — jak słusznie Sendel zauważa — że Klein mimo wielkich możliwości nie osiągnął najwyższych zaszczytów, gdyż w tym wypadku ucierpiałaby znacznie pielęgnowana przez Kleina nauka. Prawdopodobnie sam Klein wyżej stawiał swe naukowe zainteresowania niż godności i godził się z tem, że młodszy do niedawna jego podwładni wybijali się na wyższe niż on stanowiska urzędowe. Dzięki temu godnemu znakomitego badacza pojmowaniu zadań życia, zyskała bardzo wiele nauka, a przede wszystkim nauki przyrodnicze, którym najwięcej wysiłków poświęcał. Umarł 27 lutego 1759 roku, mając 73 lat.

* * *

Naukami przyrodniczymi zajmował się Klein od młodych lat. Szczególnie były one jego ulubionym przedmiotem w okresie studjów uniwersyteckich. Żadna dziedzina przytem nauk przyrodniczych nie była mu obcą, był on bowiem w myśl ówczesnych wymogów — przyrodnikiem-universalistą, w pewnych dziedzinach jednak o znamionach współczesnego nam specjalisty. O jego głębokiem pojmowaniu zadań badacza świadczy szereg faktów z jego życia.

¹⁾ Car Piotr Wielki przebywał w Gdańsku w tym roku (1716) dwa razy: raz w kwietniu na zaślubinach swej siostrzenicy, drugi raz w maju, gdy udawał się w podróż do Paryża i Holandji. Za drugą swoją bytnością spotkał się prawdopodobnie z królem Augustem II.

W roku 1718 założył Klein w Gdańsku słynny ogród botaniczny i zapełnił go wieloma rzadkimi roślinami, drzewami i zwierzętami tak krajowemi, jak i zagranicznymi. W swoim domu utworzył bogaty gabinet przyrodniczy¹⁾, na który nie szczędził kosztów i trudów. Skupywał on zbiory pozostawione przez różnych innych uczonych, nadto wyjeżdżał często do różnych krajów i okolic ze specjalnemi kolekcjonerskimi planami. Na podkreślenie zasługuje, że zebrał między innymi komplety okazów także z polskich okolic. Jego ogród i gabinet były szeroko znane, gdyż były to bez wątpienia jedne z największych i najbogatszych zbiorów prywatnych w owych czasach. O sławie Kleina i o bogactwie jego gabinetu i ogrodu świadczy to, że wielu uczonych, wielu mężów stanu i królów przybywało specjalnie po to do Gdańska, aby zwiedzać jego ogród i zbiory. Po śmierci Kleina gabinet jego uległ pewnemu rozdrobnieniu. Jego wielki zbiór bursztynu zabrał wzamian za inne dary królewski gabinet króla polskiego Augusta III w Dreźnie. Sendel (12) pisał, że cały jego gabinet historii naturalnej dostał się w ręce margrabiego brandenburskiego Culmbacha, jednak Carus (2) prostuje później tę wiadomość, twierdząc, że znaczna część zbiorów Kleina stała się pierwszym zawiązkiem Muzeum Gdańskiego przy Towarzystwie Badaczy Przyrody. W rękopisie pozostawił Klein szczegółowy jego katalog. Oprócz swego słynnego ogrodu i gabinetu, posiadał też Klein dużą i piękną bibliotekę²⁾, bogatą w rzadkie i cenne dzieła. Składała się ona przeważnie z dzieł przyrodniczych a Klein do ostatnich chwil swego życia nie szczędził kosztów na jej powiększenie i uzupełnienie. Po śmierci Kleina biblioteka była przez pewien czas w posiadaniu jego rodziny aż około roku 1772, kiedy wnuk Kleina, historyk Daniel Gralath rozsprzedał drogą licytacji dzieła przyrodnicze i filozoficzne, pozostawiwszy sobie rękopisy i dzieła

1) Własnoręczny katalog muzeum Kleina znajduje się w rękopisach Biblioteki Miejskiej w Gdańsku pod nr 527 i 528.

2) Ex libris biblioteki Kleina, przypisywany przez Reychmana Sysangowi, reprodukowany jest tutaj z książki Reychmana — *Ex librisy Gdańskie*. Reprodukcję exlibrisu Kleina jakoteż wiadomości o Kleinie z dzieł Wittyga i Reychmana otrzymałem dzięki uprzejmości Prof. Dr. Tadeusza Wolskiego, za co składam Mu serdeczne podziękowanie.

historyczne. Według Reychmana drukowany katalog tej licytacji (z 1772 roku) obejmuje jedynie trzy działy: przyrodniczy, geograficzny i filozoficzno-matematyczny i zawierał ogółem 2294 tomów. Reszta tomów i zbiory rękopisów dzieliły losy biblioteki Gralathów.



Ex Bibliotheca
KLEINIANA.

Ex libris biblioteki Jakóba Teodora Kleina.

Do zasług Kleina należy dodać jeszcze to, że był on jednym z najbardziej czynnych członków towarzystwa „*Societatis literaria...*“, jak i jednym z głównych współtwórców Towarzystwa Badaczy Przyrody („*Societas physicae experimentalis*“) w Gdańsku, drugiego co do porządku chronologicznego na ziemiach polskich¹⁾.

* * *

¹⁾ Pierwsze Towarzystwo Przyrodnicze na ziemiach polskich powstało w Gdańsku w roku 1710 i trwało do roku 1727. Towarzystwo to, istniejące pod nazwą „*Societas literaria cuius symbolum virtutis et scientiarum incrementa*“, miało wprawdzie charakter towarzystwa ogólnonaukowego, jednak prym w niem wiedli przez cały czas jego istnienia tylko przyrodnicy. Drugi raz powstało podobne towarzystwo pod nazwą „*Societas physicae experimentalis*“ także w Gdańsku w roku 1742. Utworzyło się

Klein żył w okresie czasu, w którym nauki przyrodnicze nastawione były przede wszystkim na kierunek systematyczny. Najwybitniejszym przedstawicielem tej epoki był Karol Linneusz (Linnaeus), do znakomitych należał nasz Klein, uważany przez niektórych przyrodników za duchowego poprzednika Linneusza. Pisanie swych prac rozpoczął on od opisanie pewnej rzadkiej rośliny, rosnącej w jego ogrodzie. W roku 1734 opisał Klein morskie jeżowce i uporządkował je systematycznie. Na systematyce tej opierali się późniejsi naturaliści długi czas. W latach 1741—1746 wydaje znowu wielkie dzieło w 5 częściach, dotyczące historii naturalnej ryb. W dziele tem podaje wiele nowych rzeczy z anatomji ryb, głównie jednak opisuje systematycznie rodzaje i gatunki ryb, dając wiele nowych opisów. Wkrótce potem wydaje znaną historję naturalną ptaków, podając w niej swą oryginalną systematykę i opisując nowe gatunki. Wtedy też ułożył nową systematykę zwierząt czworonożnych i, nie godząc się z systematyką Linneusza, wydaje ciekawe dzieło p. t. *Summa dubiorum circa classes Quadrupedum et Amphibiorum in Caroli Linnaei Systemate Naturae ... Gedani 1743*. Następnie zajął się znowu systematyką gadów i płazów, opisał wiele gatunków morskich skorupiaków, pracując jednocześnie nad skamienielinami, nad tablicami jaj ptasich, nad jeżowcami i t. d. Niewiele jednak stosunkowo dzieł wyszło za życia autora. Liczne bowiem prace pozostawił w manuskryptach, jak np. o królestwie minerałów, o płodach kopalnych, o salinach wielickich, o rybach, roślinach, ptakach, robakach, ślimakach i t. d. Pozostawione po śmierci liczne prace dostały się do Archiwum Towarzystwa Badaczy Przyrody w Gdańsku, część z nich została w domu. Pewna ilość została wydana w rocznikach *Naturforschende Gesellschaft* w Gdańsku, część wydano w czasach późniejszych.

Klein był — jak już wspomniałem — uważany przez wielu przyrodników za duchowego poprzednika Linneusza.

ono dzięki protektoratowi króla polskiego Augusta III, który zapowiedział Towarzystwu całkowity dochód z poczty gdańskiej a rozwijało się dzięki zasługom i legatom możnych panów polskich (ks. J. A. Jabłonowski, ks. M. K. Radziwiłł, hr. Mniszech i inni) lub w ogólności obywateli Królestwa Polskiego. W roku 1753 zmienia swą nazwę łacińską na niemiecką i pod nazwą *Die Naturforschende Gesellschaft* jest znane do dzisiajjszych czasów.

Zakrzewski (16) pisze nawet dosłownie „den grossen Vorgänger Linné's, Jac. Theod. Klein“. Sendel (12) natomiast nazywa Linneusza „den Klein der nordischen Reiche“, na co oburza się Carus (2), twierdząc, że jest to tylko lokalna duma, gdyż „Klein war keinesfalls ein grosses naturhistorisches Genie“. Poza tem jednak nazywa Carus (2) tak Linneusza, jak i Kleina twórcami dzisiejszej zoologii.

Układy systematyczne Kleina, które stworzył on dla prawie wszystkich grup zwierząt, określić można ogólnie, jako bardzo sztuczne, mało oparte na cechach anatomicznych, dość jednak logiczne. Systematyka ta powstała jeszcze przed Linneusem. Wystąpienie Linneusza nie pozostało bez wpływu na Kleina. Wkrótce bowiem Klein, pisząc opracowania najrozmaitszych grup zwierząt, daje już nowe systemy, polemizuje z Linneusem (*Summa dubiorum circa classes C. Linnaei...*) a w niektórych wypadkach ulega poglądom Raya (czworonożne, ryby). Opracował w ten sposób Klein prawie cały świat zwierząt z wyjątkiem owadów. Pomiął też zupełnie w swoich systematach człowieka i jego stanowiska w przyrodzie.

Dokładny przegląd podziałów systematycznych Kleina w poszczególnych grupach zwierzęcych daje Carus (2) w swej „Geschichte der Zoologie“ a w krótkim zarysie Nusbaum (10) we „Wszechświecie“ z roku 1895.

* * *

Osobisty stosunek Kleina do Polaków opierał się na szerokich podstawach. Utrzymywał on kontakt tak z uczonymi polskimi jak i polskimi wielkimi panami i mężami stanu. Z uczonych polskich znał się przedewszystkiem z wielkim naturalistą jezuitą Rzączyńskim. Z pracy Kleina „Stemmata avium“ widać także, że Klein znał dobrze dzieła Rzączyńskiego i naodwrot Rzączyński w swojej „Historia naturalis curiosa“ a przedewszystkiem w „Auctuarium historiae naturalis“ cytuje tak często prace Kleina i wspomina o jego ogrodzie i muzeum, że dowodzi to, iż Rzączyński nie tylko czytał dzieła Kleina, ale znał go osobiście i bywał u niego. Znał się Klein również i z profesorem Uniwersytetu Krakowskiego, twórcą rodzimej paleontologii J. H. Heucherem. W dziele p. t. „Descriptiones tubulorum marinorum...“ (Gedani 1731) pisze do niego na str. 19 list o strzałkach morskich (*Pilae marinae*), zaczy-

nając od słów: „Ad illustrem et excellentissimum Joann. Henricum ab Heucher serenissimi poloniarum regum...“⁴. W liście tym, odpowiadając na list Heuchera, zachęcający go do opisanie owych strzałek morskich, opisuje je szczegółowo i prosi Heuchera o uwagi i ewentualne poprawki. Autorów polskich znał także pewną ilość, gdyż w pracach swoich wielokrotnie powołuje się na autorów tej miary, co Jonston, Kromer, Miechowita, Heucher, Rzączyński. Co do osobistego kontaktu Kleina z innymi uczonymi polskimi prócz Heuchera i Rzączyńskiego, to śladów tego nie znalazłem. Dziwnym też się wydaje fakt, że np. w dziele „Stemmata avium“ brak jest nazwisk polskich uczonych czy mecenasów nauki. Pochodzi to jednak prawdopodobnie stąd, że koło połowy XVIII wieku zerwał się tak żywy dotychczas kontakt biskupa Józefa Załuskiego jak i kanclerza i biskupa Andrzeja Stanisława Załuskiego z Towarzystwem Przyrodniczem w Gdańsku. Odgrywały tu rolę z jednej strony ambicje gdańszczan, z drugiej strony prestiż obu biskupów, chcących oprzeć swe prace kulturalne przede wszystkim na polskich uczonych. Wiele jednak tak polskich uczonych, jak i możnych panów interesujących się zagadnieniami naukowymi utrzymywało kontakt nie tyle osobisty z Kleinem, ile z Towarzystwem Przyrodniczem i często brali udział w jego tygodniowych posiedzeniach. Poza tem także Klein, urzędując jako rezydent przy dworze królewskim w Krakowie przez dwa lata i badając tam saliny wielickie¹), niewątpliwie zetknął się i poznał z przyrodnikami polskimi.

Dużo więcej śladów znajdujemy natomiast z kontaktu Kleina z możnymi panami polskimi i mężami stanu. Z „Stemmata avium“ dowiadujemy się np., że Klein znał ówczesnego wojewodę kijowskiego hr. Potockiego²), gdyż otrzymał od niego dla swego ogrodu parę pelikanów. Sendel (12) podaje, że Kleina ogród i gabinet w Gdańsku zwiedzało między innymi wielu możnych panów z Polski (wiele Grosse des polni-

¹) W salinach wielickich brak niestety jakichkolwiek śladów bytności Kleina, gdyż archiwa zaczynają się dopiero w roku 1772.

²) Józef hr. Potocki wojewoda kijowski, gorący stronnik Stanisława Leszczyńskiego, walczący o jego prawa stale obok Karola XII króla szwedzkiego.

schen Reiches) a nawet król Stanisław Leszczyński¹⁾. Na innym miejscu przytacza Sendel fakt istnienia korespondencji Kleina z wielkim kanclerzem Polski i biskupem krakowskim Załuskim²⁾. Prawdą jest, że Klein z racji swego stanowiska, jako rezydent przy dworze i jako sekretarz miasta Gdańska, musiał nieraz korespondować i radzić z polskimi mężami stanu. Króla Augusta II musiał Klein znać także, gdyż Sendel (12) podaje, że Klein udawszy się w podróż do Polski wrócił w orszaku króla polskiego³⁾.

Niektóre ziemie polskie znał Klein także dobrze. Najlepiej znał Pomorze i Prusy, jako dzielnice, w których się urodził i żył. Poznał napewno i inne okolice w czasie swoich podróży po Polsce a przedewszystkiem okolice Krakowa, śladem czego jest praca Kleina o salinach wielickich. Według notatki w „Stemmata avium“ miał ją nawet napisać po polsku. Z Krakowa wyjeżdżał nawet w Karpaty, gdzie przeprowadzał badania nad świstakami. Na Litwie badał znowu rzadkie gatunki jaskółek. W innej swej pracy opisał skamieliny okolic Gdańska. W wielu innych swych pracach podaje różne uwagi faunistyczne dotyczące ziem polskich, często także podaje polskie nazwy zwierząt. Najwięcej przytem uwag faunistycznych pochodzi z Pomorza, Prus, Inflant, Litwy i morza Bałtyckiego. Bardzo charakterystyczny jest fakt opracowania przez Kleina słownika polskich i łacińskich nazw ptaków w dziele „Stemmata avium“.

* * *

Bibliografja dzieł i prac naukowych Kleina przedstawia się bardzo bogato. Ponieważ cała bibliografja prac Kleina należy do ogólnej bibliografji przyrody polskiej, musimy się nią

¹⁾ Sendel podaje „der König Stanislas“. Chodzi tu naturalnie o Stanisława Leszczyńskiego, po którego stronie stał Gdańsk stale, z powodu czego wojska rosyjskie kilkakrotnie mu zagrażały a August II ściągnął w roku 1710 wielką kontrybucję. Leszczyński wśród ciągłych walk o tron polski kilkakrotnie przebywał w Prusach. Do Gdańska natomiast przybył na dłuższy pobyt we wrześniu 1773 roku, gdy po elekcji Augusta III z kraju uchodzić musiał.

²⁾ Chodzi tu bez wątpienia o Andrzeja Stanisława Załuskiego, kanclerza wielkiego koronnego i biskupa chełmińskiego i krakowskiego.

³⁾ Królem tym mógł być tylko August II, który w roku 1716 przybył do Gdańska.

dokładnie zająć. Przedewszystkiem przeglądnijemy prace Kleina drukowane. Niestety, nie wszystkie mogłem mieć w ręku. Większość podaję tylko wynotowane z dzieł biblijograficznych i historycznych autorów takich, jak Bentkowski (1), Łukasiewicz (9), Jakubski i Dyradowska (6), Sendel (12) i inni. Naturalnie zwykle przepisanie tytułów może spowodować powtórzenie ewentualnych błędów, jakie zresztą przy innych tytułach mając oryginalne dzieła w ręku stwierdziłem. Należałoby się więc w przyszłości zająć jeszcze dokładnie biblijografią Kleina, uporządkować ją i przeglądnąć. Jako podstawa do tego rodzaju pracy niech służy poniższy wykaz.

1. — *Facculus plantarum rariorum et exoticarum*. Gdańsk 1722.
2. — *An Tithymaloides frutescens foliis Nerei*, Plum. T. 654. Boerh. J. Alt. p. 259, nec *Cacalia*, nec *Cacaliastrum*? Gedani 1730.
3. — *Descriptiones tubulorum marinorum; in quorum censum relati lapides Caudae Canceri Gesneri et his silimes; belemnitae, eorumque alveoli, secundum dispositionem Musei Kleiniani addita est dissertatio epistolaris de pilis marinis*. Gedani 1731. — Wydanie drugie w r. 1773.
4. — *De sciuro volante sive Mure Pontico aut Scythico Gesneri et Vespertilione admirabili Bontii dissertatio*. Philos. Transact. 1773. Vol. 38.
5. — *Historiae piscium naturalis promovendae missus primus de lapillis eroumque numero in craniis piscium*. C. praefat. de piscium auditu. Acc. I. anat. tursionum II. observ. in capite Rajae. Gedani 1740. — Wydanie drugie: 1802.
6. — *Naturalis dispositio echinodermatum. Accepit Lucubratiunculae de acculeis Echinorum marinorum cum specilegio de Belemnitis*. Gedani 1734. — Wydanie drugie: Lipsiae 1778.
7. — *Historiae piscium naturalis liber VI*. Lipsiae (bez daty).
8. — *Historiae piscium naturalis, Missus secundus, de piscibus per pulmones spirantibus ad iustum numerum et ordinem redigendit. Acceserunt I. de dentibus balaenarum et elephantinis, II. de lapide manati et tiburonis*. Gedani 1741.
9. — *Historiae piscium naturalis promovendae Missus tertius per branchias occultas spirantibus ad iustum numerum et ordinem redigendis, cum Observationibus circa partes genitales Raiiae maris et ovarium Galei*. Gedani 1742.
10. — *Summa dubiorum circa classes quadrupedum et amphibiorum in Car. Linnei Systemate Naturae*. Gedani 1743.
11. — *Historiae piscium naturalis promovendae Missus quartus de piscibus per branchias apertas spirantibus ad iustum numerum et ordinem redigendis. Horum Series prima cum additamento ad Missum tertium*. Gedani 1744.
12. — *Mantissa ichtyologica de sono et auditu piscium sive disquisitio rationum, quibus Autor Epistolae in Bibliotheca gallica de Auditu piscium omnes pisces mutos surdosque esse cotendit*. Lipsiae 1746.

13. — *Historiae piscium naturalis promovendae Missus quintus et ultimus de piscibus per branchias apertas spirantibus. Horum Series secunda cum additionibus ad Missus II, III, IV et Epistola de cornu piscis carinae navis impacto. Gedani 1749.*
14. — *Cancer quasimodo genitus, oder nackter Taschenkrebs aus der Insel Wight. Vers. u. Abhandl. d. Naturf. Ges. Danzig Bd. I, 1747.*
15. — *Untersuchung des Versuchs Herrn E. Ph. Thümmings von Vernahrung der Blumen etliche Jahr. über. Ibid.*
16. — *Das Fische weder stumm noch taub sind. Ibid.*
17. — *Was irrende oder Streich- und was Zug-vögel sind, auch wo die meisten Vögel, besonders Schwalben und Störche, überwintern. Ibid.*
18. — *Von der Schalthieren, Entenmuscheln und Steinmuscheln. Ibid.*
19. — *Zufällige Gedanken über ein obhandenes Sistem vor die bisherige steinartige Seegewächse; nebst einem Abriss, wie selbige begreifliche Ordnung zu bringen. Ibid.*
20. — *Historiae avium prodromus cum praefatione de ordine animalium in genere. Acc. Historia muris alpini et vetus vocabularium animalium. Lubecae 1750.*
21. — *Quadrupedum dispositio brevisque historia naturalis. Lipsiae 1751.*
22. — *Tentamen Methodi Ostralogicae, sive Dispositio naturalis Cochlidum et Concharum in suas Classes, Genera et Species, inconibus singulorum Generum aeri incisus illustrata. Lugd. Batau 1753.*
23. — *Vom Bau, dem Wachstum und der Schilderung der Schnecken-schalen. Vers. u. Abhandl. d. Naturf. Ges. Danzig 1754. Th. 2.*
24. — *Ob Ribbenfleisch eines Thieres durch die Länge der Zeit könne verbeinert, oder gleich den Ribben in Knochen verwandelt werden. Ibid. Th. 2. 1754.*
25. — *Echinites Tesdorpfii. Ibid. Th. 2. 1754.*
26. — *Tentamen herpethologiae cum perpetuo Commentario. Leidae-Göttingae 1755.*
27. — *Von den erdichteten Thierpflanze Borametz und Agnus vegetabilis Scythicus genannt. Vers. u. Abhandl. d. Naturf. Ges. Danzig 1756. Bd. 3.*
28. — *Natürliche Historiae des Kaffeebaumes und dessen Anbau in Danzig aus eigener Erfahrung. Ibid. Bd. 3.*
29. — *Dubia circa plantarum maritimarum fabricam. Lipsiae 1758.*
30. — *Lucubratio subterranea de terris mineralibus. Gedani 1758.*
31. — *Lucubratio subterranea de terris et mineralibus, acced. lucubr. subterr. de lapidibus idiomorphis etc. Lipsiae 1758.*
32. — *De lapidibus microcosmi proprietatibus. Lipsiae 1758.*
33. — *Stemmata avium, Quadraginta tabulis aeneis ornata; Accedunt: nomenclatores polono-latinus et latino-polonus. Geschlechtstafeln der Vögel. Lipsiae 1759.*
34. — *Natürliche Ordnung und vermehrte Historie der vierfüßigen Thiere. Danzig 1760.*
35. — *Verbesserte und vollständigere Historie der Vögel. Danzig 1760.*
36. — *Verbesserte und vollständigere Historie der vierfüßigen Thiere. Danzig 1760.*

37. — Classification und Geschichte der vierfüssigen Thiere. Lübeck 1760.

38. — Vorbereitung zu einer Vogelhistorie nebst einigen Zusätzen der Historiae des Murmelthieres wie auch eines Wörterbuchs der Thiere. Leipzig 1760.

39. — Ova avium plurimarum ad naturalem magnitudinem delineata et genuinis picta. Königsberg 1765. — To samo: Lipsiae 1766.

40. — Sammlung verschiedener Vogel-Eier in natürlicher Grösse und mit lebendigen Farben beschrieben. Leipzig 1766.

41. — Oryctographia Gedanensis oder Beschreibung der Versteinerungen um Danzig. Nürnberg 1770.

42. — Specimen descriptionis petrefactorum gedanensium cum syllabo tabularum. Nürnberg 1770.

43. — Probe einer Beschreibung und Abbildung der in der Danziger und umliegenden Gegend befindlichen Versteinerungen. Nürnberg 1771.

44. — Ichthyologia enodata, seu index ad V. missus historiae piscium naturalis recentis. Lipsiae 1793.

Zakrzewski¹⁾ wymienia przyczynki Kleina z zakresu medycyny a w szczególności jego notatki o kołtunie (*Plica polonica*) zamieszczone w „Transactions philosophical“ w Londynie: „Letter of the Plica polonica mentioned in Philos. Transact. Y. 1751. s. 57, and of very large tumor the eye Phil. Transact. Y. 1752, s. 427 n. III.; auch in commercium lit. noricum 1754, s. 415“.

Tyle prac naukowych Kleina, które wyszły drukiem. Co do prac Kleina pozostawionych w rękopisach, to prof. Titius podał ich spis w wydany przez siebie dziele Kleina „Stemmata avium“, które wyszło po śmierci autora. Sendel jednak w prawie dwadzieścia lat później podaje jeszcze raz bibliografię tych prac z tytułami już bardziej uporządkowanymi i z uwagami, gdzie się te prace znajdują. Píše on więc, że w tece Tow. Badaczy Przyrody (Naturforschende Gesellschaft) znajdują się następujące niedrukowane prace:

- Anmerkungen über die Springekölbchen 1745.
- Methode, wie die Haut der Fische aufzutrocknen.
- Vom Rashorn 1748.
- Von den Dingen, die in der Erde befindlich 1749.
- Von Verwadhung der Körper in Achat.
- Anmerkung über die Beschreibung eines Meerrochen 1751.
- Schreiben an Herrn Bergrath Eilenburg wegen der Laubfrosche 1752.

¹⁾ Patrz poniżej pozycja 16 w spisie publikacyj o Kleinie.

W domu pozostawił szereg prac, które zostały później drukowane. Nie zostały wydane:

- Tentamen plantas marinas in ordinem redigendi.
- Salis polonici historia physica, oeconomica et politica.

* * *

W końcu podaję wykaz prac o charakterze historycznym, w których są podane wiadomości o Kleinie:

1. Bentkowski F. *Historja literatury polskiej*. T. I—II. Warszawa - Wilno 1814.
2. Carus J. V. *Geschichte der Zoologie. Geschichte der Wissenschaften in Deutschland*. B. XII. München 1872.
3. Danzel T. W. *Gottsched und seine Zeit*. Leipzig 1848.
4. Gąsiorowski L. *Zbiór wiadomości do historii sztuki lekarskiej w Polsce... od czasów najdawniejszych do czasów najnowszych*. Tomów 4. Poznań 1839.
5. Godyń Z. *Słownik polskich nazw ptaków w Stemmata avium J. T. Kleina*. *Acta Ornith. Mus. Zool. Pol.* T. II. (w druku).
6. Jakubski A., Dyrdowska M. *Biblijografia fauny polskiej*. T. I—II. Kraków 1927.
7. Klein J. T. *Natürliche Ordnung und vermehrte Historie der vierfüßigen Thiere*. Danzig 1760. — (W dziele tym wydanem po śmierci autora podany jest portret Kleina, jak i kazanie żałobne ku czci Kleina wygłoszone przez Pastora Kautza w dniu 20. III. 1759 roku. Obok tego wydrukowany został życiorys Kleina według jego własnego rękopisu).
8. Kurdybacha Ł. *Stosunki kulturalne polsko-gdańskie w XVIII wieku*. Gdańsk 1937.
9. Łukasiewicz L. *Rys dziejów piśmiennictwa polskiego*. Poznań 1860.
10. Nusbaum J. *Jakób Theodor Klein i Ludwik Bojanus*. *Kartka z dziejów nauki w Polsce*. *Wszechświat* T. XIV. 1895, p. 291—298.
11. Reychman K. *Ex-librisy gdańskie*. Warszawa 1929.
12. Sendel Chr. *Lobrede auf Herrn Sekretair Jacob Theodor Klein gehalten*. *Neue Samml. u. Vers. u. Abhandl. d. Naturf. Ges.* Danzig 1778. Bd. I. p. 300—316.
13. Smoleński Wł. *Towarzystwa naukowe i literackie w Polsce*. *Pisma historyczne*. T. I. Kraków 1901.
14. Szumann E. *Geschichte der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig*. *Schrift. d. Naturf. Ges.* Danzig 1893. Bd. VIII.
15. Wittyg W. *Ex-librisy bibliotek polskich XVII i XVIII wieku (bez miejsca wydania)* MCMIII.
16. Zakrzewski-Ogończyk M. F. *Geschichte der Weichselzopfes*. Wien 1830.

Z Instytutu Zoologicznego Politechniki Lwowskiej.

Rodzaje polskich brunatnic i krasnorostów.

Wstęp.

Brunatnice i krasnorosty zajmują we florze polskich glonów niewielkie miejsce. Są to przede wszystkim glony morskie, w wodzie słodkiej występujące bardzo rzadko i w niewielkiej ilości rodzajów. Skromny zaś skrawek wybrzeża naszego morza, zarówno wskutek słabego zasolenia jak i ruchomego piaszczystego dna, przedstawia dla osiedlania się glonów wogóle niekorzystne warunki. Niezbyt licznie też występują krasnorosty i brunatnice na naszym wybrzeżu, skupiając się przede wszystkim tam, gdzie tamy chroniące brzegi, pale, kamienie lub jakiegokolwiek stałe przedmioty zanurzone w wodzie umożliwiają przyczepianie się ich plech. Drobniejsze formy prowadzą życie epifityczne, osadzając się na innych roślinach wodnych, a inne jeszcze oderwane od słabego podłoża i unoszone falą błędzą po piaszczystym dnie, aż wreszcie wyrzucone na brzeg giną.

Lakowicz (1929) podaje w swym obszernym zestawieniu dla całego Bałtyku 78 gatunków brunatnic w 46 rodzajach, oraz 100 gatunków krasnorostów w 49 rodzajach. Na polskim wybrzeżu występuje z tego 27 gatunków brunatnic w 21 rodzajach i 23 gatunki krasnorostów w 15 rodzajach. Nie są to wcale tak skromne cyfry, jeżeli uprzytomnimy sobie, że nasze wybrzeże liczy tylko ok. 120 km długości — co w porównaniu z długością wybrzeży całego Bałtyku jest liczbą bardzo niewielką.

Z dwóch znanych dotychczas rodzajów słodkowodnych brunatnic i 13 rodzajów krasnorostów, znany jest w Polsce 1 rodzaj brunatnic i 8 rodzajów krasnorostów. Ilościowo nie odgrywają więc one we florze glonów słodkowodnych poważniejszej roli.

Część I.

Brunatnice.

Brunatnice (*Phaeophyceae*) są to wielokomórkowe, prawie wyłącznie w morzu żyjące glony, o charakterystycznym brunatnym zabarwieniu. Ich komórki wegetatywne posiadają wyrażną błonę celulozową, jedno jądro, oraz o ile służą do celów asymilacji, chromatofory z brunatnym, pokrewnym chlorofilowi barwikiem (*pheophyl*). Plechy są bardzo różnorodnie wykształcone¹⁾. U form najprostszych są nitkowate, porzgałęziane lub skorupiaste, płasko do podłoża przyrosłe. Formy bardziej złożone mają plechy duże, bryłowe, zbudowane z nici o wydłużonych komórkach tworzących tkankę centralną, oraz z nici obwodowych o krótszych niż poprzednie komórkach, stanowiących warstwę korową. Wzrost plech brunatnic odbywa się interkalarnie lub szczytem. Zróżnicowanie ich pod względem anatomicznym idzie w parze ze stopniem morfologicznego zróżnicowania. Formy więc najprościej zbudowane mają komórki ułożone w pojedyncze, jednorzędowe nici (*Ectocarpus*), po nich idą nici z kilku rzędów komórek złożone (*Sphacelaria*), a potem formy bryłowe, zbudowane z tkanek.

Rozród płciowy u brunatnic odbywa się przez kopulację ruchliwych gamet nie różniących się między sobą morfologicznie, lub różniących się wielkością, przyczem żeńskie są większe, oraz przez oogamię. W tym ostatnim wypadku ruchome plemniki wytworzone w anteridjach zapładniają nieruchomą, wypchniętą z oogoniów na zewnątrz, nagą lub otoczoną śluzowatymi błonami komórkę jajową.

Rozród bezpłciowy odbywa się przy pomocy ruchliwych pływek (zoospory), nieruchomych zarodników (spor), lub przez fragmentację plech a nawet przy pomocy osobnych rozmnożeń (*Sphacelaria*). W niektórych wypadkach także i gamety mogą się rozwijać bez zapłodnienia (partenogenetycznie).

U wszystkich brunatnic z wyjątkiem *Fucaceae* istnieje przemiana pokoleń.

¹⁾ Wyczerpujący opis brunatnic pod względem morfologicznym, anatomicznym oraz stosunków rozmnażania, znajdzie czytelnik w podręczniku botaniki D. Szymkiewicza lub też w specjalnym dziele Oltmanna *Morphologie und Biologie der Algen*. Na tem miejscu sprawy te muszą być z konieczności pominięte.

Brunatnice dzielą się na dwa rzędy: *Phaeosporales* i *Cyclosporales* (system Wettsteina 1933). Pierwsze rozmnażają się przy pomocy ruchliwych gamet, drugie przy pomocy nieruchomych jaj i ruchomych plemników. Brunatnice polskie należą do następujących rodzin:

Rząd *Phaeosporales*. Rodziny: *Ectocarpaceae* (*Pyraliella*, *Ectocarpus*, *Sorocarpus*, *Ascocyclus*, *Pleurocladia*). *Asperococcaceae* (*Phaeostroma*, *Desmotrichum*, *Scytosiphon*, *Stictyosiphon*). *Chordariaceae* (*Elachista*, *Castagnea*, *Nemacystus*, *Leathesia*, *Chordaria*). *Stilophoraceae* (*Stilophora*). *Ralfsiaceae* (*Ralfsia*). *Lithodermataceae* (*Lithoderma*, *Heribaudiella*). *Sphacelariaceae* (*Sphacelaria*). *Dictyosiphonaceae* (*Dictyosiphon*).

Rząd *Cyclosporales*. Rodziny: *Chordaceae* (*Chorda*). *Fucaceae* (*Fucus*, *Ascophyllum*, *Halidrys*).

Klucz do oznaczania rodzajów brunatnic występujących we florze Polski.

- I. Brunatnice o plechach skorupiastych, płasko przyrostych do podłoża i tworzących na niem brunatne plamy różnej wielkości.
 1. Plechy małe, ok. 2 mm średnicy, oliwkowo-brunatne, okrągłe lub wachlarzowate, rosną epistycznie (na liściach *Zostera*).

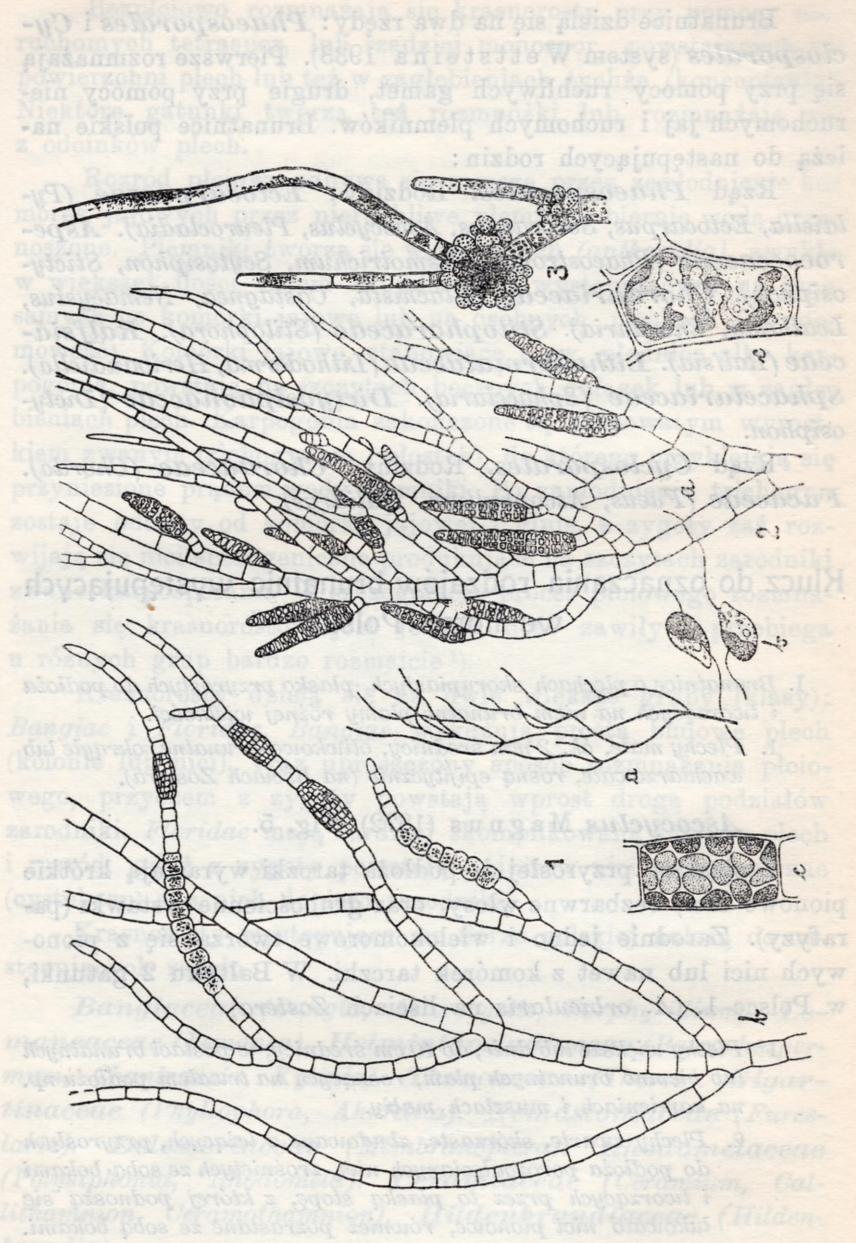
Ascocyclus Magnus (1872). Fig. 5.

Z płaskiej, przyrosłej do podłoża tarczki wyrastają krótkie pionowe nici, bezbarwne włosy, oraz grubościennie wstawki (parafyzy). Zarodnie jedno i wielokomorowe tworzą się z pionowych nici lub nawet z komórek tarczki. W Bałtyku 2 gatunki, w Polsce 1. (*A. orbicularis* na liściach *Zostera*).

- 1* Plechy większe lub duże, do 10 cm średnicy, w postaci brunatnych lub ciemno brunatnych plam, rosnących na trwałym podłożu np. na kamieniach i muszlach małży.
2. Plechy zwarte, skórzaste, zbudowane z leżących, przyrostych do podłoża porozgałęzionych nici, zrosniętych ze sobą bokami i tworzących przez to płaską stopę, z której podnoszą się łukowato nici pionowe, również pozrastane ze sobą bokami.

Ralfsia Berkeley (1831). Fig. 18 a-c.

Zarodnie jednokomorowe gruszkowate, oraz zarodnie wielokomorowe nitkowate, występują często razem w płaskich lub



Rafinesquina Berkeley (1831). Fig. 18 a-c.

Zarodnie jechonkowe granatkowate, oraz zarodnie wlosko-
 komorowe nitkowate, wystepujace czesto razem w glaznikach i

brodawkowatych skupieniach (sori). Pomiedzy pionowemi niciami plechy trafiają się często bezbarwne włosy. W Bałtyku 2 gatunki, w Polsce 1 (*R. clavata*, na *Mytilus edulis*).

2* *Plecha skorupiasta*, złożona wyłącznie z pionowych szeregów prostych (nie podnoszących się łukowato) nici, zrosniętych ze sobą bokami i przyrostych wprost do podłoża.

Lithoderma Aresch (1875). Fig. 20.

Plamy ciemno brunatne, na powierzchni gładkie. Jedno i wielokomorowe zarodnie na różnych roślinach. Znany wogóle 1 gatunek (*L. fatiscens*).

II. *Plechy galaretowate, bulwkowate lub kuliste, w starszym wieku w środku puste i na powierzchni pomarszczone lub nieregularnie pofałdowane.*

Leathesia Gray (1821). Fig. 15 a, b.

Plechy oliwkowo-brunatne, galaretowate, śliskie, osiadłe na podłożu, z którego często zwłaszcza w starszym wieku odrywają się i pływają wolno. Wewnętrzna część plechy zbudowana jest z tkanki bezbarwnej, zewnętrzna z gęsto obok siebie ustawionych krótkich nici asymilujących, bezbarwnych włosów i w porze owocowania jajowatych jednokomorowych i nitkowatych wielokomorowych zarodni. W Bałtyku znany jest wogóle jeden gatunek (*L. difformis*).

III. *Plechy nitkowate, lub krzaczaste, o niciach naogół cienkich, wiotkich lub sztywnych, przeważnie porozgąteżnianych.*

1. *Plecha mikroskopijna, endo- lub epifityczna, zbudowana z porozgąteżnianych nici, pęczających pomiędzy komórkami zewnętrznej warstwy plechy Chorda, lub na powierzchni innych roślin (Phragmites).*

Phaeostroma Kuckuck (1895). Fig. 6 a, b.

Z dwóch gatunków znanych w Bałtyku występuje na wybrzeżu polskim jeden (*Ph. aequale*) Oltm. (Kuckuck).

Fig. 1—3. — 1. *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellm. a — Pokrój, b — gałązka z jedno i wielokomorowemi zarodniami, c — komórka z chromatoforami. Oryg.; 2. *Ectocarpus siliculosus* Dillw. a — Część plechy z wielokomorowemi zarodniami, b — pływki (zoospory), c — komórka z chromatoforami. Oryg.; 3. *Sorocarpus waefformis* Pringsh. Szczyt gałązki zakończonej włosami, u nasady których znajdują się grona zarodni. Według Pringsheima.

*

prodkowatych skrupienach (sori). Tomięty pionowymi niciami plechy kształt się często bezbarwne włosy. W Helijsin 2 ga- tunki, w Polsce I (L. ciawata, na Hylitus adriaty).

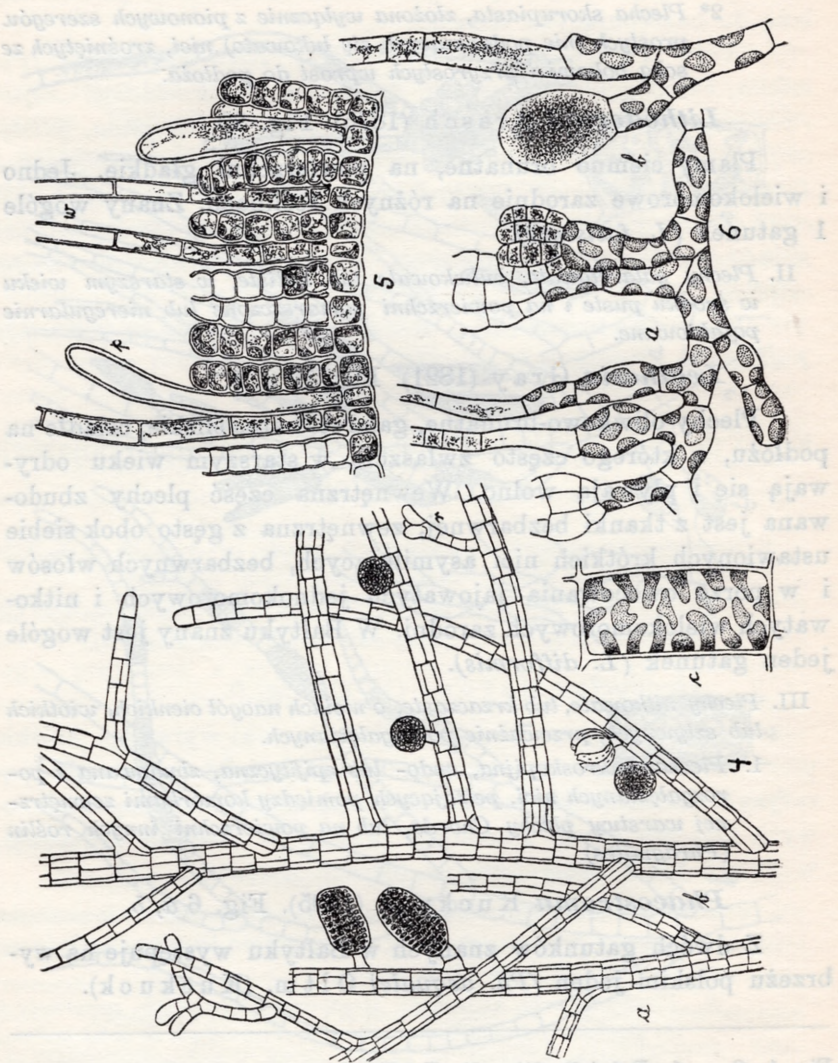


Fig. 1-8 - I. Pylaeus hirtellus (L.) K. J. in. a - Pori, b - Galia, c - jedno i wielokomowe zarodniki, e - komórka chromatoforna. Gry: 2. *Botocarpus sinensis* Dill. w. a - Gałki plechy i wielokomowe zarodniki, b - pływ (rozęgory), e - komórka chromatoforna. Gry: 3. *Botocarpus wartyński* Pringsh. Sześć gałek zakol- tam. Gry: 4. *Botocarpus wartyński* Pringsh. Sześć gałek zakol- tam. Włosy, a nasady ichych kształt się grona zarodni. Włoski Pringsh.

- 1* *Plech*y większe, widoczne naogół dobrze gołem okiem lub duże.
2. *Plech*y nierozgałęzione, epifityczne.

Desmothrichum Kützing (1845). Fig. 10, 11.

*Plech*y nitkowate, jedno- lub czasem wielorzędowe lub też wstęgowate, owłosione. Żyj \dot{a} na liściach *Zostera* i innych roślin, czasem nawet na kamieniach. W Bałtyku znane s \dot{a} 3 gatunki (*D. undulatum*, *balticum* i *scopulorum*).

2* *Plech*y rozgałęzione.

3. *Plech*y małe do 1 cm wysokie, krzaczaste, o niciach jednorzędowych, najszerszych u szczytu.

Elachista Duby (1832). Fig. 12 a, b.

Oliwkowo-brunatne lub nieco rdzawe nici występujące małemi pęczkami, zwykle na plechach *Fucus*. W Bałtyku występuje wogółe jeden tylko gatunek (*E. fucicola*).

3* *Plech*y większe, o niciach w dolnej części najszerszych, osiadłe zwykle na trwałem podłożu (kamienie, pale i t. p.).

4. *Plech*y złożone z jednorzędowych porozgałęzianych nici. (Nić składa się z komórek dzielących się poprzecznie, ustawionych jedna za drugą).
5. *Plech*y bogato rozgałęzione, gałązki zakończone człownikowanymi włosami, u nasady których tworzą się w gronach zoosporangia.

Sorocarpus Pringsheim (1862). Fig. 3.

W Bałtyku znany jest jeden, naogół rzadki gatunek (*S. uvaeformis*).

- 5* Gałązki plech nie zakończone włosami, zoosporangia nie w gronach.
6. Rozgałęzienia przeważnie naprzeciwległe; zarodnie jednokomorowe występują paciorkowato jedne za drugimi na bocznych gałązkach.

Fig. 4—6. — 4. *Sphacellaria cirrhosa* (Roth) Ag. a — Gałązka z wielokomorowemi zarodnikami, b — gałązka z jednokomorowemi zarodnikami i rozmnożkami (r), c — komórka z chromatoforami. Oryg.; 5. *Ascoicyclus orbicularis* (J. Ag.) Magnus. Tarczowata plecha w widoku bocznym, w — włosy, p — wstawki (parafyzy); 6. *Phaeostroma aequale* (Oltm.) Kuckuck. a — Plecha z wielokomorowemi zarodnikami, b — zarodnia jednokomorowa. Według Kuckucka.

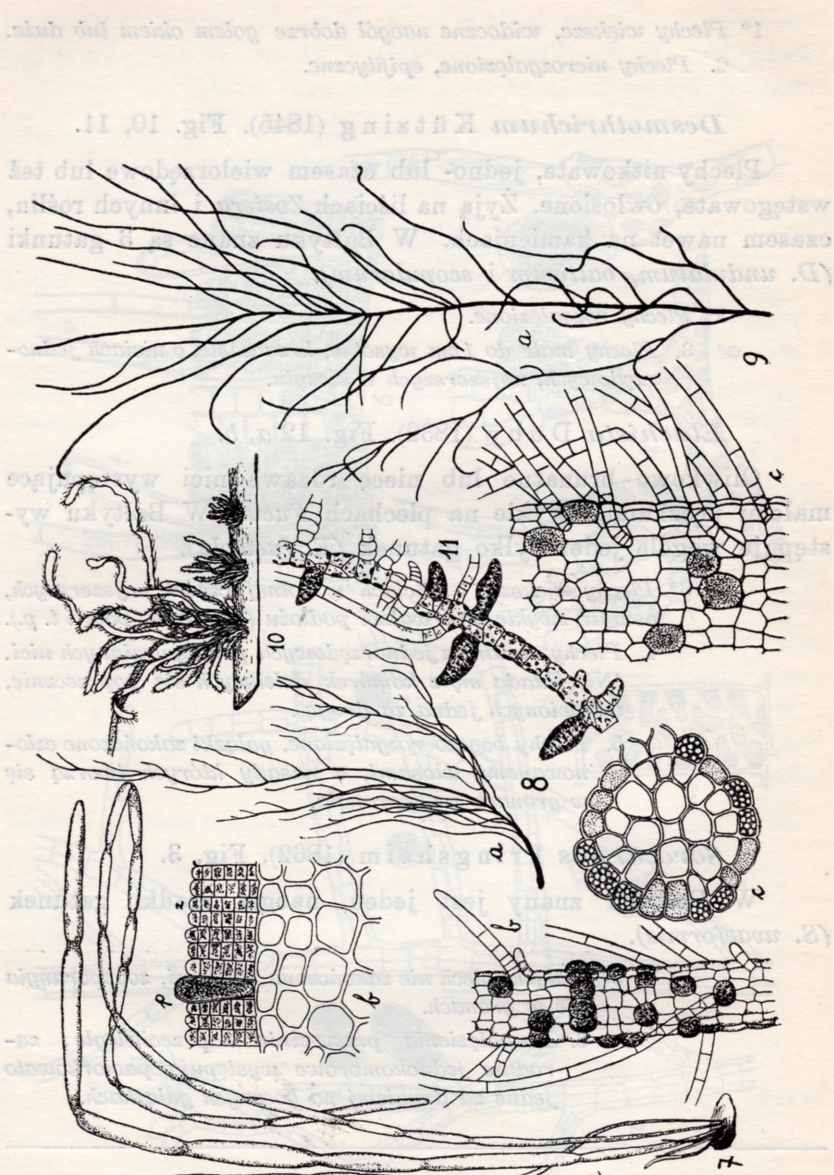


Fig. 4-6 - 4. Szkieletowa część (Kost) Ag. 5 - Gałka z wielo-
 komowymi zarodkami, 6 - Gałka z jednokomowymi zarodkami
 i rozmnożkami (7), 8 - Komórki z chromosomami. Org.: 9. Asocjacja
 odcinków (10. Ag.) Macera. Tarczowa placha w widoku bocznym,
 w - widok p - wstawki (patrzy); 6. Płaszczyzna rozpręta (0.1 cm).
 Kłosek 2 - Placha z wielokomowymi zarodkami, 3 - zarodki
 jednokomowe. Widok Kłosek.

Pylaiella Bory (1823). Fig. 1 a-c.

Plechy do 40 cm wysokie, silnie rozgałęzione; rozgałęzienia poplątane ze sobą i gęsto zbite, tak że plechy mają nieraz wygląd i konsystencję filcu. W Bałtyku znany jest gatunek *P. litoralis* z licznymi odmianami i formami.

6* Zarodnie jednokomorowe występują pojedynczo jako boczne wyrostki gałązki głównej, wielokomorowe w kształcie kłosów, osadzonych często na styliku; rozgałęzienia rozmaite.

Ectocarpus Lyngbye (1819). Fig. 2 a-c.

Plechy krzaczaste, obficie rozgałęzione, żółtawe lub brunatne, do 30 cm wysokie. W Bałtyku 8 gatunków, w Polsce 2 (*E. siliculosus* i *E. confervoides*).

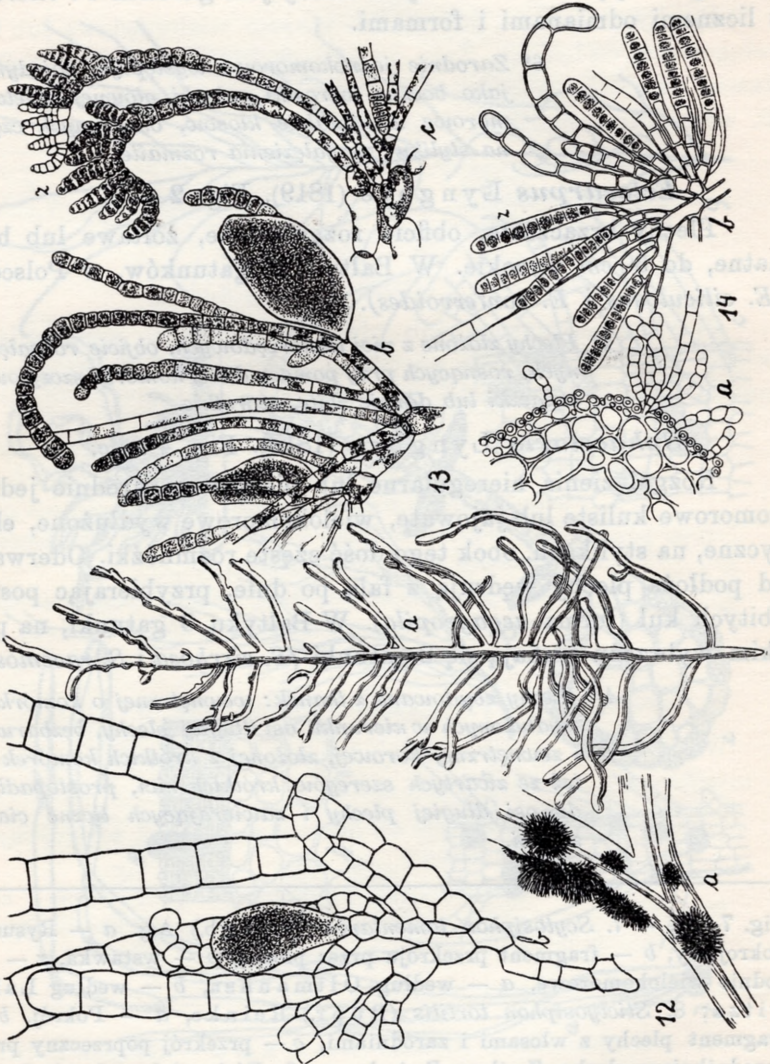
4* Plechy złożone z nici wielorzędowych, obficie rozgałęzionych, rosnących przy pomocy dużej komórki szczytowej; krzaczki lub darnie zbite, szorstkie.

Sphacelaria Lyngbye (1819). Fig. 4 a-c.

Rozgałęzienia nieregularne lub pierzaste, zarodnie jednokomorowe kuliste lub jajowate, wielokomorowe wydłużone, eliptyczne, na stylikach, obok tego dość częste rozmnożki. Oderwane od podłoża plechy wędrują z falą po dnie, przybierając postać zbitych kul (forma *aegagropila*). W Bałtyku 3 gatunki, na polskim wybrzeżu trafiają się 2 gatunki (*S. cirrhosa* i *S. racemosa*).

4** Plechy zbudowane z tkanek: wewnętrznej o komórkach wydłużonych w kierunku osi długiej plechy, bezbarwnej i zewnętrznej korowej, złożonej z krótkich komórek lub też ze zwartych szeregów krótkich nici, prostopadłych do osi długiej plechy i zawierających liczne ciała zieleni.

Fig. 7—11. — 7. *Scytosiphon lomentarius* (Lyngb.) Ag. a — Rysunek pokrojowy, b — fragment przekroju przez plechę, p — wstawka, z — zarodnie wielokomorowe, a — według Oltmannsa, b — według Lakowitza; 8. *Stictyosiphon tortilis* (Rupr.) Reinke, a — Pokrój, b — fragment plechy z włosami i zarodniami, c — przekrój poprzeczny przez zarodnikującą plechę. Z atlasu Reinkego; 9. *Dictyosiphon foeniculaceus* (Huds.) Grev. a — Pokrój, c — fragment plechy z zarodniami. Oryg.; 10. *Desmotrichum undulatum* J. Ag. Rysunek pokrojowy prawie w naturalnej wielkości. Z atlasu Reinkego; 11. *Desmotrichum scopulorum* Reinke. Część nitkowatej plechy z wielokomorowymi zarodniami. Z atlasu Reinkego.



5. *Plechy śliskie.*

6. *Plechy mięsiste, miękkie, do 1 mm grube, bogato rozgałęzione.*

***Castagnea* Derbes et Solier (1856). Fig. 13 a—c.**

Plecha do 30 cm wysoka, żółtawa lub oliwkowo-zielona. W Bałtyku znany wogóle tylko jeden gatunek. (*C. virescens*).

6* *Plechy chrząstkowate, nieco sztywniejsze.*

7. *Plechy ok. 6 cm wysokie, pokryte na obwodzie prostopadłymi do osi długiej plechy, obficie krzaczasto rozgałęzionymi niciami asymilacyjnymi, pokrytymi wspólną galaretką.*

***Nemacystus* Derbes et Solier (1850). Fig. 14 a, b.**

Plecha oliwkowo-brunatna. Nici asymilacyjne przekształcają się dość licznie w porze owocowania w wielokomorowe zarodnie. W Bałtyku występuje jeden tylko gatunek (*N. ramulosus*).

- 7* *Plechy większe, do 40 cm wysokie, sztywne. Nici asymilacyjne mają komórki szczytowe grubsze od innych i pokryte na czubku galaretowatą czapą.*

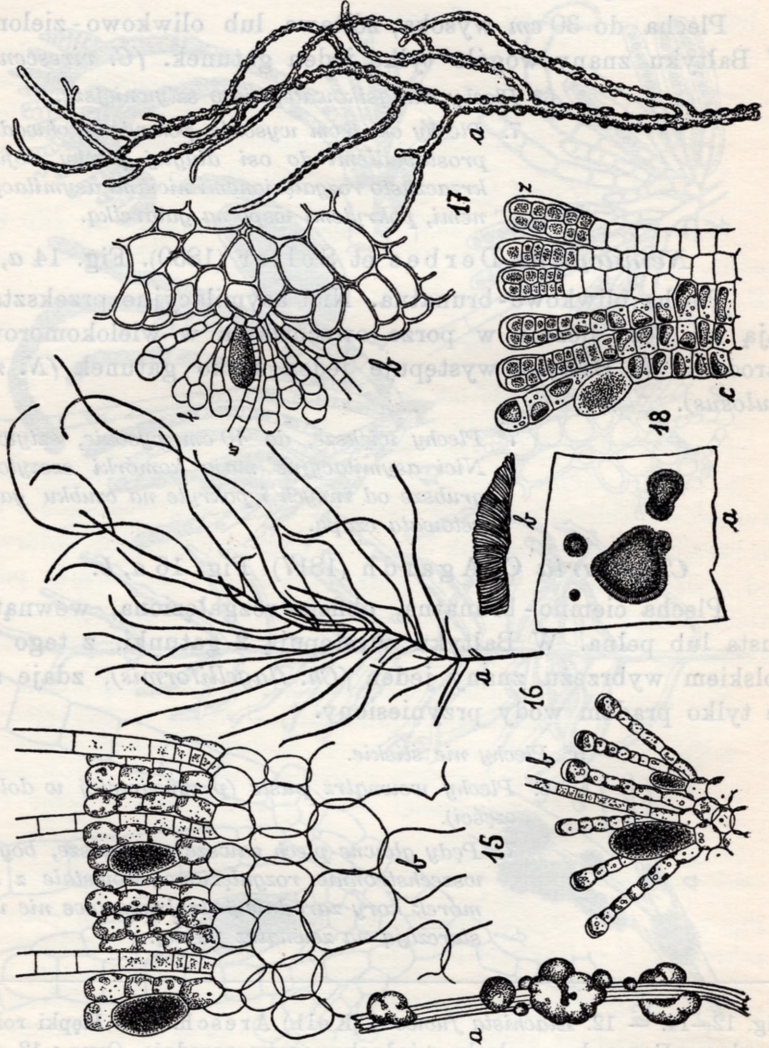
***Chordaria* C. Agardh (1817). Fig. 16 a, b.**

Plecha ciemno-brunatna, obficie rozgałęziona, wewnątrz pusta lub pełna. W Bałtyku występują 2 gatunki, z tego na polskim wybrzeżu znany jeden (*Ch. flagelliformis*), zdaje się że tylko prądem wody przyniesiony.

5* *Plechy nie śliskie.*

6. *Plechy wewnątrz puste (przynajmniej w dolnej części).*
7. *Pędy główne plech zawsze najdłuższe, bogato wszechstronnie rozgałęzione. Powstałe z komórek kory zarodnie jednokomorowe nie wysterczają na zewnątrz plechy.*

Fig. 12—14. — 12. *Elachista fuicicola* (Kell.) Aresch. a — Kęпки roślin na plesze *Fucus*, b — gałązka z jednokomorową zarodnią. Oryg.; 13. *Castagnea virescens* (Carm.) Thuret. a — Pokrój, b — pęk nici asymilacyjnych z jednokomorowymi zarodniami, c — nici asymilacyjne z wielokomorowymi zarodniami na szczycie, z — zarodnie, a — według Kützinga, b, c — według Thureta; 14. *Nemacystus ramulosus* Derb et Sol. a — Przekrój poprzeczny przez starszą plechę, b — pęk nici z powierzchni plechy z wielokomorowymi zarodniami (z). Według Haucka.



***Dictyosiphon* Greville (1830). Fig. 9 a, b.**

Plechcy żółtawo- lub ciemno-brunatne, owłosione. W Bałtyku 4 gatunki, w Polsce 2 (*D. foeniculaceus* i *D. hippuroides*).

7* Pędy główne plech nie są najdłuższe; zarodnie jednokomorowe wysterczają brodawkowato na zewnątrz.

***Stictyosiphon* Kutzing (1843). Fig. 8 a-c.**

Plechcy do 30 cm wysokie, jasno-brunatne, naogół nieregularnie rozgałęzione. Znany tylko jeden gatunek w Bałtyku (*S. tortilis*).

6* Plechcy pełne, pokryte na powierzchni parenchymatyczną tkanką. Zarodnie zebrane w kupki (sori), pokrywają w formie brodawek powierzchnię plechcy.

***Stilophora* J. Agardh (1841). Fig. 17 a, b.**

Plecha oliwkowo-żółta, bogato rozgałęziona do 30 cm wysoka. W Bałtyku 2 gatunki, w Polsce jeden (*S. rhizodes*).

IV. Plechcy wydłużone w postaci sznurów lub członowanych rur, nierozgałęzione.

1. Plecha ma postać długiego sznura (nawet do 2 m), zwężonego u nasady i na końcu.

***Chorda* Stackhouse (1816). Fig. 19 a-c.**

Plechcy długie, śliskie, w środkowej partji wewnątrz puste lub podzielone na komory. W Bałtyku 2 gatunki, w Polsce 1 (*Ch. filum*).

1. Plecha krótsza, członowana (u niektórych form członowanie niezbyt wyraźne), od samej nasady rurkowata.

Fig. 15-18. — 15. *Leathesia difformis* (L.) Aresch. *a* — Galaretowate plechcy na liściu *Zostera*, *b* — fragment przekroju poprzecznego przez plechę. Oryg.; 16. *Chordaria flagelliformis* (Fl. Dan.) Ag. *a* — Pokrój (według Lakowitza), *b* — fragment przekroju przez plechę z jednokomorowymi zarodnikami (z atlasu Reinkego); 17. *Stilophora rhizodes* (Ehrh.) J. Ag. *a* — Część plechcy pokrytej guzkami (sori) złożonymi z jednokomorowych zarodni, włosów i krótkich nici asymilacyjnych. Oryg.; *b* — przekrój plechcy z sorusem (*w* — włos, *f* — nici asymilacyjne). Z atlasu Reinkego; 18. *Ralfsia clavata* (Carm.) Farlow. *a* — Rysunek pokrojowy, *b* — schematyczny przekrój pionowy przez plechę, *c* — pionowy przekrój plechcy z zarodnikami jedno i wielokomorowymi, *a* — z atlasu Reinkego, *c* — według Kuckucka.

Placochyeta - lub ciemno-brunatna, owalowa. W Haf-
 tyku 4 gatunki, w Polsce 3 (D. tenuiscula i D. hippurica).
 Dystyphion Greville (1880). Fig. 9 a, b.

7. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.

2. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.

3. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.

4. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.

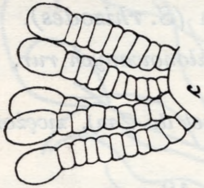
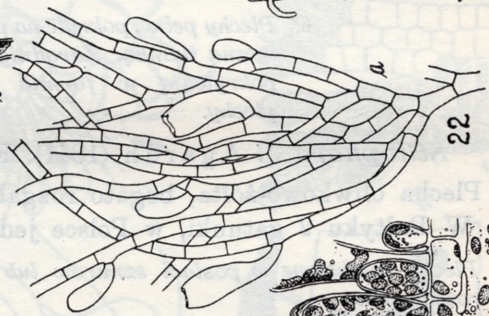
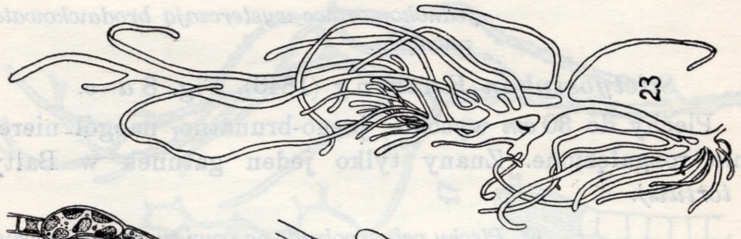
5. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.

6. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.

8. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.

9. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.

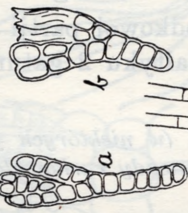
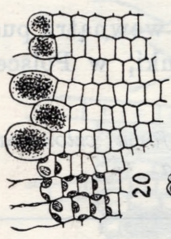
10. Płyty płaszczyzny nie są wydzieleni; rozciągają się
 w kierunku boczno-tylnym.



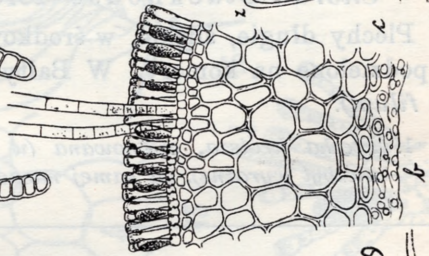
21



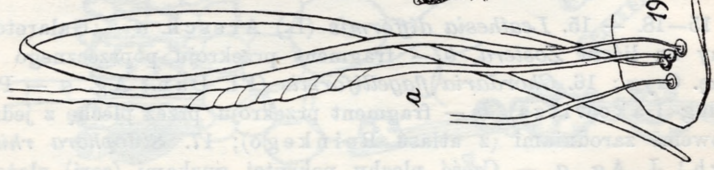
20



20



19



***Scytosiphon* Agardh (1811). Fig. 7 a, b.**

Plechą do 50 cm wysokie i do 1 cm szerokie, rosną towarzysko obok siebie. W Bałtyku 2 gatunki, w Polsce 1 (*S. lomentarius*).

V. Plechy duże, mniej lub więcej spłaszczone.

1. Rozgałęzienia pierzaste, gałązki boczne dość często przekształcone w podłużne, członowane pęcherze pławne.

***Halidrys* Lyngbye (1829). Fig. 27.**

Plecha ciemno-brunatna, spłaszczona, rozgałęziona przeważnie w jednej płaszczyźnie. Jeden tylko gatunek (*H. siliquosa*) rośnie w zachodnim Bałtyku, na polskim wybrzeżu znajduje się tylko czasem w postaci wyrzuconych przez morze plech.

1. Rozgałęzienia dichotomiczne lub nieregularne.
2. Plechy spłaszczone, wstęgowate, z wyraźnym nerwem środkowym i najczęściej z pęcherzami pławnymi; rozgałęzienia dichotomiczne.

***Fucus* Turner (1700), Linné (1737). Fig. 24—26.**

Największa brunatnica występująca na naszym wybrzeżu, o plechach bardzo różnorodnie wykształconych (zasadnicze typy plech ilustrują rysunki 24—26). Rodzaj *Fucus* występuje w Bałtyku w 3 gatunkach, na naszym wybrzeżu w 1 (*F. vesiculosus*).

2. Plechy wąskie, nieregularnie rozgałęzione, gałęzie słabo spłaszczone bez nerwu środkowego i bez pęcherzy pławnych.

***Ascophyllum* Stackhouse (1809). Fig. 23.**

W Bałtyku występuje tylko gatunek *Ascophyllum nodosum* var. *scorpioides*, zapędzany czasem przez wiatr i na nasze wybrzeże.

Fig. 19—23. — 19. *Chorda filum* (L.) Stackh. a — Rysunek pokrojowy, b — przekrój poprzeczny przez plechę, c — fragment przekroju podłużnego przez plechę, (z — zarodnie, k — duże komórki asymilacyjne, b, c — według Reinkego, a — oryg.); 20. *Lithoderma fatiscens* Aresch. Pionowy przekrój przez plechę. Według Kuckucka; 21. *Heribaudiella fluviatilis* (Aresch.) Svedel. a, b — Rozgałęzione nici, c — nici z jednokomorowymi zarodnikami na szczycie. Według Svedeliusa; 22. *Pleurocladia lacustris* A. Braun. a — Rysunek pokrojowy (nieco schematyzowany), b — gałązka z młodymi wielokomorowymi zarodnikami. Według Paschera; 23. *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. var. *scorpioides* Reinke. Rysunek pokrojowy. Według Haucka.

W wodach słodkich występuje rodzaj *Heribaudiella* (Aresch.) Svedelius, z jednym gatunkiem *H. fluviatilis* znanym jak dotąd jedynie z kilku potoków karpackich, gdzie tworzy ciemno-brunatne plamy na kamieniach. Budowa plech i ogólny ich charakter jest taki sam jak u *Lithoderma* (do niedawna zresztą gatunek ten nosił nazwę *Lithoderma fluviatilis*). Fig. 21 a-c.

Drugi słodkowodny rodzaj brunatnicy *Pleurocladia* z gat. *P. lacustris*, należy do rodziny *Ectocarpaceae* i ma budowę podobną do *Ectocarpus*. (Fig. 22 a, b). Rodzaj ten i gatunek znany jest dotąd z północno-niemieckich jezior, prawdopodobnie jednak występuje na całym pojezierzu bałtyckim i dlatego tu o nim wspominam.

Część II.

Krasnorosty.

Krasnorosty (*Rhodophyceae*) są to glony przeważnie morskie o obłonionych komórkach, posiadających jądro (lub rzadziej kilka jąder) i chromatofory zawierające obok chlorofilu także barwik czerwony lub fioletowy (fikoerytryna) lub rzadziej niebieski (fikocjan). Budowa plech jest bardzo różnaita, choć naogół są to rośliny niewielkie. Najprostsze plechy mają postać nici złożonych z komórek i rosnących interkalarnie (*Bangiaceae*). U *Florideae* nici są obficie porozgałęziane i rosną szczytem. Plechy zbudowane z wielu nici luźno lub też ściśle ze sobą zlepionych (*Batrachospermum*, *Lemanea*) stanowią przejście do form o plechach zbudowanych z tkanek (*Delesseria*, *Polysiphonia* i inne), t. j. z komórek, które powstały z podziału wspólnych komórek początkowych. Komórki takie połączone są ze sobą plazmodesdami. Błony komórek łatwo śluzowacieją, u niektórych zaś gatunków stale inkrustują się węglanem wapnia. Nierzadkie są też u morskich form specyficzne komórki owalne, rozrzucone wśród plech a zawierające substancje wydzielające jod ewentualnie brom.

Fig. 24—27. — *Fucus vesiculosus* L. Formy występujące najczęściej w Zatoce Gdańskiej. — 24. Forma o wązkich odcinkach plechy bez pęcherzy pławnych; 25. Normalna szeroko-plechowa forma z pęcherzami pławnymi (p); 26. Forma „nana“ o nieunerwionych odcinkach plech, k — zbiory conceptaków. Oryg.; 27. *Halidrys siliquosa* (L.) Lyngb. p — Pęcherz pławny, z — zbiory conceptaków. Oryg.

Bezpłciowo rozmnażają się krasnorosty przy pomocy nieruchomych tetraspor, lub rzadziej monospor, powstających na powierzchni plech lub też w zagłębieniach tychże (konceptakle). Niektóre gatunki tworzą też rozmnożki lub rozmnażają się z odcinków plech.

Rozród płciowy odbywa się zawsze przez zapłodnienie komórek jajowych przez nieruchliwe plemniki, biernie wodą przemieszane. Plemniki tworzą się w plemniach (*antheridia*), zwykle w większej ilości razem skupionych i występujących na tych samych co komórki jajowe lub na osobnych plechach (dwudomowość). Komórki jajowe, stanowiące t. zw. płodnice albo karpogonia, powstają na szczytach bocznych gałązek lub w zagłębieniach plech. Karpogonia zakończone są włosowatym wyrostkiem zwanym trichogynem (włostek), do którego przyklejają się przyniesione prądem wody plemniki. Po zapłodnieniu trichogyn zostaje odcięty od komórki jajowej i ginie, z zygoty zaś rozwijają się nici sporogeniczne produkujące na szczytach zarodniki zwane karposporami. W szczegółach, proces płciowego rozmnażania się krasnorostów jest jednak dość zawily i przebiega u różnych grup bardzo rozmaicie¹⁾.

Krasnorosty dzielą się na dwie większe grupy (klasy): *Bangiae* i *Floridae*. *Bangiae* wykazują prostą budowę plech (kolonie lub nici), oraz uproszczony sposób rozmnażania płciowego, przyczem z zygoty powstają wprost drogą podziałów zarodniki. *Floridae* mają bardziej skomplikowaną budowę plech i rozród, gdyż z zygoty powstają najpierw nici sporogeniczne (cystokarp) a z nich dopiero zarodniki.

Krasnorosty występujące we florze polskiej należą do następujących rodzin:

Bangiaceae (*Bangia*, *Asterocystis*, *Porphyridium*). *Lemaneaceae* (*Lemanea*). *Helminthocladiaceae* (*Batrachospermum*, *Chantransia*, *Kylinia*). *Thoreaceae* (*Thorea*). *Gigartinales* (*Phyllophora*, *Ahnfeltia*). *Nemastomaceae* (*Furcellaria*). *Delesseriaceae* (*Membranoptera*). *Rhodomelaceae* (*Polysiphonia*, *Rhodomela*). *Ceramiales* (*Ceramium*, *Calolithamnion*, *Ceramothamnion*). *Hildenbrandiaceae* (*Hildenbrandia*).

¹⁾ Zobacz wymienione już poprzednio dzieło Oltmanna — Morphologie und Biologie der Algen.

Klucz do oznaczania rodzajów krasnorostów występujących we florze Polski.

A Rodzaje morskie¹⁾.

I. *Plechy nitkowate lub krzaczaste.*

1. *Plechy naogół wiotkie, zbudowane z cienkich, pojedynczych lub rozgałęzionych nici.*
2. *Nici nierozgałęzione, złożone z jednego lub z wielu rzędów komórek.*

Bangia Lyngbye (1819). Fig. 1, 2 a-c.

Nici ciemno-purpurowe, czerwone lub żółtawe, niekiedy członowane, rosną pęczkami przyczepione do podłoża przy pomocy rhizoidów. Monospory, komórki jajowe i plemniki tworzą się w dowolnym miejscu plechy, z dowolnych komórek wegetatywnych. Jedno lub dwudomowe. 2 morskie gatunki, z tego w Zatoce Gdańskiej jeden (*B. pumila*).

2* *Nici rozgałęzione.*

3. *Rośliny drobne (przeważnie mikroskopowe), żyjące epifitycznie na innych glonach lub roślinach wodnych.*
4. *Plechy zbudowane z nici wyprostowanych, krzaczasto rozgałęzionych.*
5. *Nici słabo rozgałęzione (czasem nawet nierozgałęzione), galaretowate.*

Asterocystis Gobi (1879). Fig. 3 a, b.

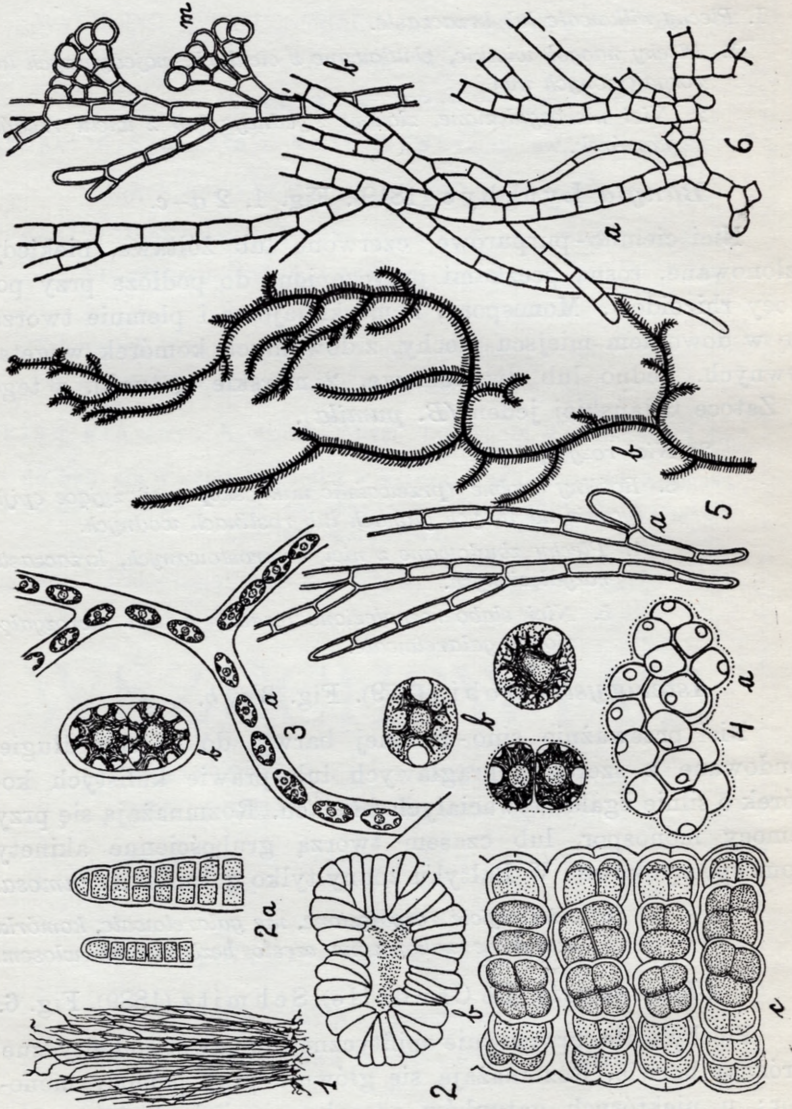
Nici przeważnie sino-zielonej barwy, do 10 mm długie, zbudowane z szeregu okrągławych lub prawie kulistych komórek o silnie zgalaretowaciałych błonach. Rozmnażają się przy pomocy monospor, lub czasem tworzą grubościenne akinety (kom. spoczynkowe). W Bałtyku znany tylko gatunek *A. ramosa*.

5* *Nici obficie rozgałęzione, nie galaretowate, komórki szczytowe zakończone często bezbarwnym włosem.*

Chantransia (De Candolle) Schmitz (1889). Fig. 6.

Plechy małe, przeważnie epifityczne lub nawet endofityczne o różnej barwie. Rozmnażają się głównie przy pomocy monospor; u niektórych gatunków spotyka się jednak tetraspory

¹⁾ Rodzaje podawane dotychczas z polskiego wybrzeża Bałtyku lub z Zatoki Gdańskiej.



a także karpogonja i anteridja. W Bałtyku znanych jest 13 gatunków, w Polsce występuje z tego jeden (*Ch. moniliformis*). Poza tem znane są jeszcze 4 gatunki słodkowodne.

4* *Plech*y drobne, złożone wyłącznie z nici płasko na podłożu leżących.

Kylinia Kold. Rosen v. (1909). Fig. 9.

Mikroskopowo mały, podobny do *Chantransii* krasnorost, pełzający na powierzchni plech większych glonów lub roślin wodnych. W Bałtyku występuje 1 tylko gatunek *K. rosulata*.

4** *Plecha* złożona z nici pełzających, przyczepionych chwytnikami do podłoża i z wyrastających z nich wyprostowanych bocznych rozgałęzień.

Ceramothamnion Richards (1901). Fig. 15 a, b.

Nici jednorzędowe, posiadają w miejscu zetknięcia się dwóch dużych komórek jeszcze kilka drobnych komórek, stanowiących pewnego rodzaju okorowanie węzłowe. Nici te są grzbietobrzusne, tworzące z dolnej strony chwytniki, z górnej wyprostowane pędy. Tetraspory tworzą się we węzłach. Znany tylko jeden gatunek *C. Codii*.

3* *Rośliny* większe, przeważnie makroskopowe, zasadniczo nie epifityczne, ale osiadłe na stałym podłożu. (W braku stałego podłoża mogą się jednak osadzać także na większych glonach i roślinach wodnych, co może specjalnie ma miejsce na piaszczystych wybrzeżach Bałtyku).

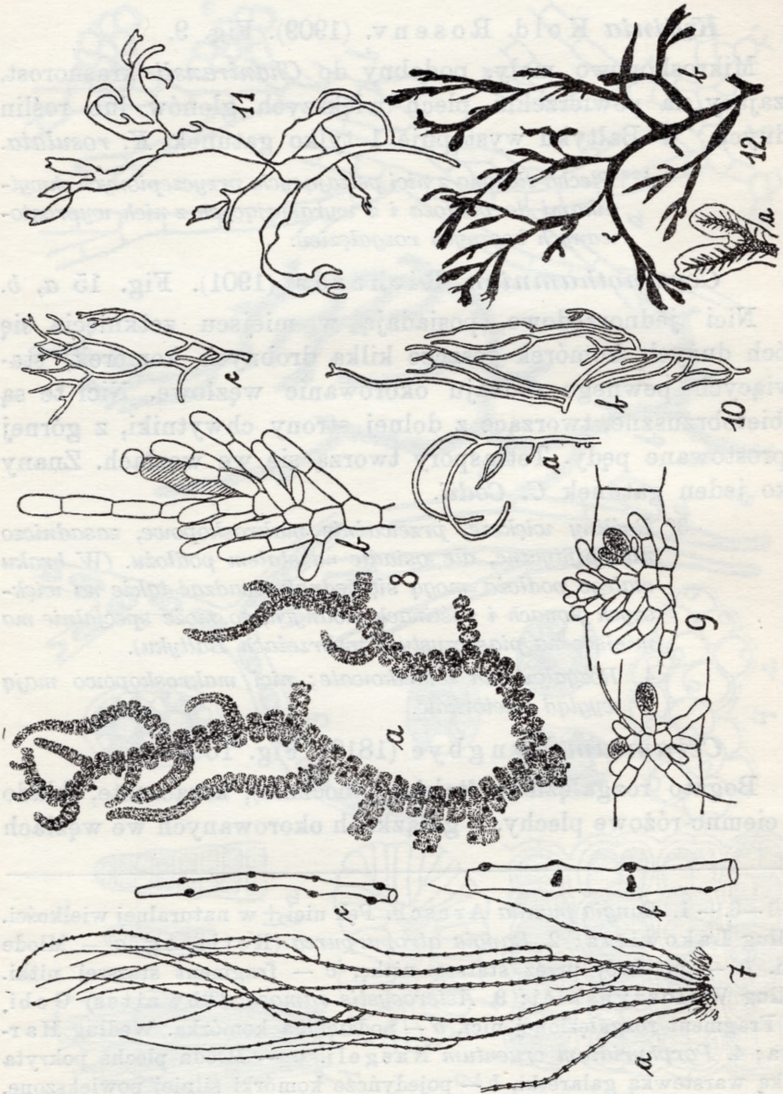
4. *Rozgałęzienia* widelkowate; nici makroskopowo mają wygląd paciorków.

Ceramium Lyngbye (1819). Fig. 16 a-c.

Bogato rozgałęzione (także i bocznie), krzaczaste, blade lub ciemno-różowe plechy, o gałązkach okorowanych we węzłach

Fig. 1—6. — 1. *Bangia pumila* Aresch. Pęk nici \perp w naturalnej wielkości. Według Lakowitza; 2. *Bangia atropurpurea* (Roth.) Ag. a — Młode nitki, b — przekrój przez starszą nitkę, c — fragment starszej nitki. Według Wołoszyńskiej; 3. *Asterocystis ramosa* (Thwaites) Gobi. a — Fragment rozgałęzionej nici, b — podzielona komórka. Według Harveya; 4. *Porphyridium cruentum* Naegeli. a — Młoda plecha pokryta cienką warstwą galaretki, b — pojedyncze komórki silniej powiększone. Według Geitlera; 5. *Thorea ramosissima* Bory. a — Nici wyrastające z boku na powierzchni plechy, b — rysunek pokrojowy. Według Kützinga; 6. *Chantransia pygmaea* Kütz. a — Nasadowa część plechy z rosnąciami w dół niciani chwytnikowemi, b — gałązka z pękiem monospor (*m*). Oryg.

*



drobnymi komórkami (Fig. 16 *b, c*), skąd pochodzi charakterystyczne, widoczne dobrze gołym okiem członowanie. W Bałtyku znanych jest 14 gatunków, z tego na polskim wybrzeżu występuje 6 (*C. tenuissimum, arachnoideum, diaphanum, strictum, circinatum, rubrum*).

4* Rozgałęzienia okółkowe, gałązki boczne krótkie, wszystkie razem pokryte wspólną galaretką.

Batrachospermum Roth (1797). Fig. 8 *a, b*.

Plecha galaretowata, miękka i śliska, obficie krzaczasto porozgałęziana, przyczem zarówno pęd główny jak i boczne rozgałęzienia mają we węzłach okółki krótkich gałązek, pokrytych galaretką. Rodzaj ten obejmuje typowo słodkowodne gatunki rzadko występujące w wodach słonawych przy ujściu rzek. Gatunek *B. moniliforme* występuje np. przy ujściu rzeki Płutnicy w Zatoce Puckiej.

4** Rozgałęzienia boczne, wszechstronne.

5. Gałązki plechy niekorowane lub najwyżej główny pęd okorowany u nasady.

Callithamnion Lyngbye (1819). Fig. 17.

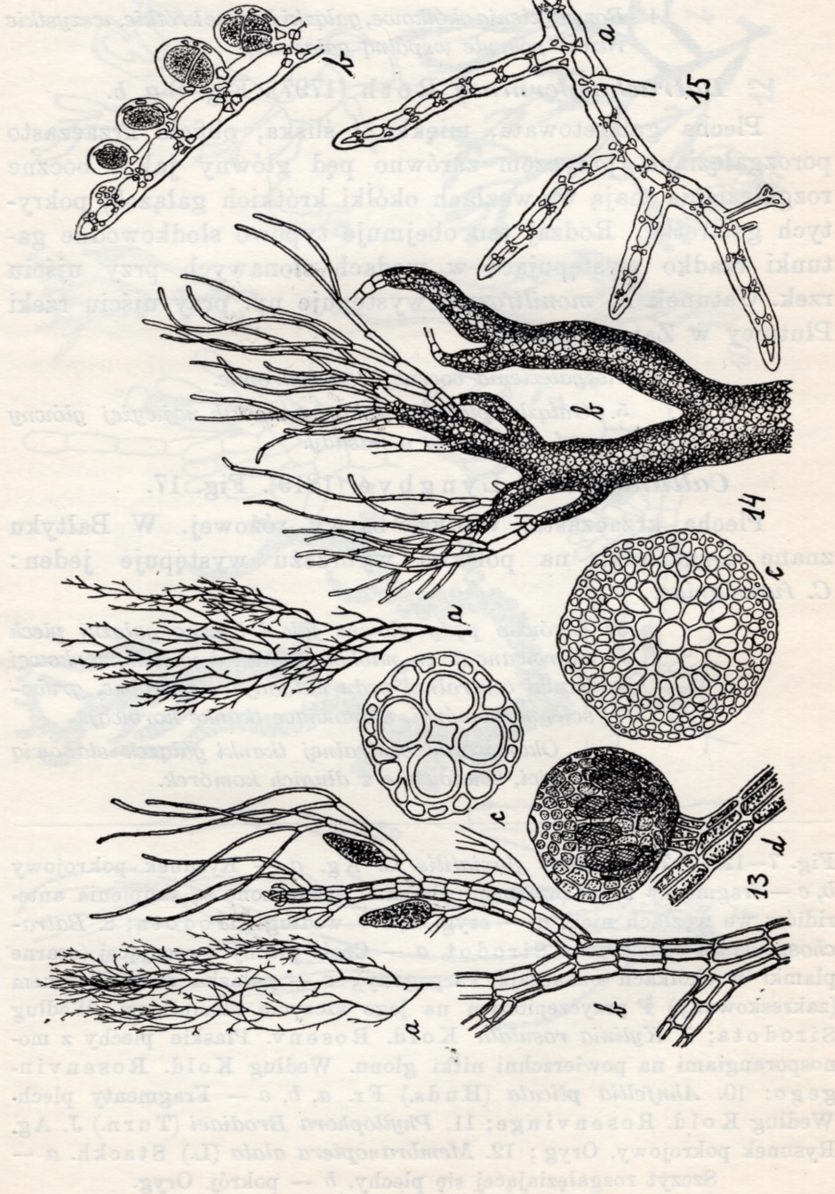
Plecha krzaczasta, wiotka, barwy różowej. W Bałtyku znane 4 gatunki, na polskim wybrzeżu występuje jeden: *C. furcellariae*.

5* Zarówno pędy główne jak i boczne gałązki plechy okorowane (t. zn. naokoło kilku lub wielokomórkowej tkanki centralnej pędu układają się drobne, grubościennie komórki, stanowiące tkankę korową).

6. Okorowanie centralnej tkanki gałązek stanowią nici, zbudowane z długich komórek.

Fig. 7—12. — 7. *Lemanea fluviatilis* C. Ag. *a* — Rysunek pokrojowy *b, c* — fragmenty nitek (czarnymi plamami zaznaczone są skupienia anteridiów we węzłach nici), *a* — oryg., *b, c* — według Sirodota; 8. *Batrachospermum ectocarpum* Sirodot. *a* — Część plechy owocującej (czarne plamki w okółkach oznaczają karpogony), *b* — gałązka z trichogynem (zakreskowany) i przyczepionym na jego szczycie plemnikiem. Według Sirodota; 9. *Kylinia rosulata* Kold. Rosen v. Płaskie plechy z monosporangiami na powierzchni nitki glonu. Według Kold. Rosenvingo; 10. *Ahmfeltia plicata* (Huds.) Fr. *a, b, c* — Fragmenty plechy. Według Kold. Rosenvinge; 11. *Phyllophora Brodiaei* (Turn.) J. Ag. Rysunek pokrojowy. Oryg.; 12. *Membranoptera alata* (L.) Stackh. *a* — Szczyt rozgałęziającej się plechy, *b* — pokrój. Oryg.

biobnem komórkami (Fig. 16 & c), skąd pochodzą charakte-
rystyczne, widoczne dobrze gołym okiem chlorkowacie W. Hal-
tyku znanego jest 14 gatunków, z tego na polskim wybrzeżu
występuje 6 (C. tenuissimum, arcuatoideum, dichotomum, sphae-
ricum, cuneatum, etc.).



***Polysiphonia* Greville (1824). Fig. 13 a-d.**

Plecha bogato rozgałęziona, krzaczasta, gałęzki pokryte na szczytach pękiem bezbarwnych cienkich nici (trichoblasty). W Bałtyku 6 gatunków, w Polsce 4 (*P. sanguinea*, *violacea*, *elongata*, *nigrescens*).

6* Okorowanie stanowi drobnokomórkowa tkanka korowa.

***Rhodomela* C. Agardh (1823). Fig. 14 a-c.**

Plechy podobne do *Polysiphonia*, może nieco sztywniejsze, wyraźnie różnią się jednak okorowaniem co widać nieźle z rysunków. W Bałtyku znany jest jeden tylko gatunek *Rh. subfusca*.

- 1* Plechy sztywne, zbudowane z grubych widlasto rozgałęzionych nici.
2. Plechy darmiste, złożone z nici silnie ze sobą poplątanych, rozgałęzionych nieregularnie (także dichotomicznie).

***Ahnfeltia* Fries (1835). Fig. 10 a-c.**

Plecha żółtawa lub ciemno-czerwona, sztywna. Komórki warstwy zewnętrznej (korowej) ustawione są w wyraźne rzędy, prostopadłe do długiej osi gałązek. W Bałtyku znany jeden tylko gatunek: *A. plicata*.

- 2* Plechy krzaczaste, regularnie dichotomicznie rozgałęzione. (Tylko *Furcellaria fastigiata* form. *aegagropila* ma plechy kuliste lub nieregularne o poplątanych gałęziach).

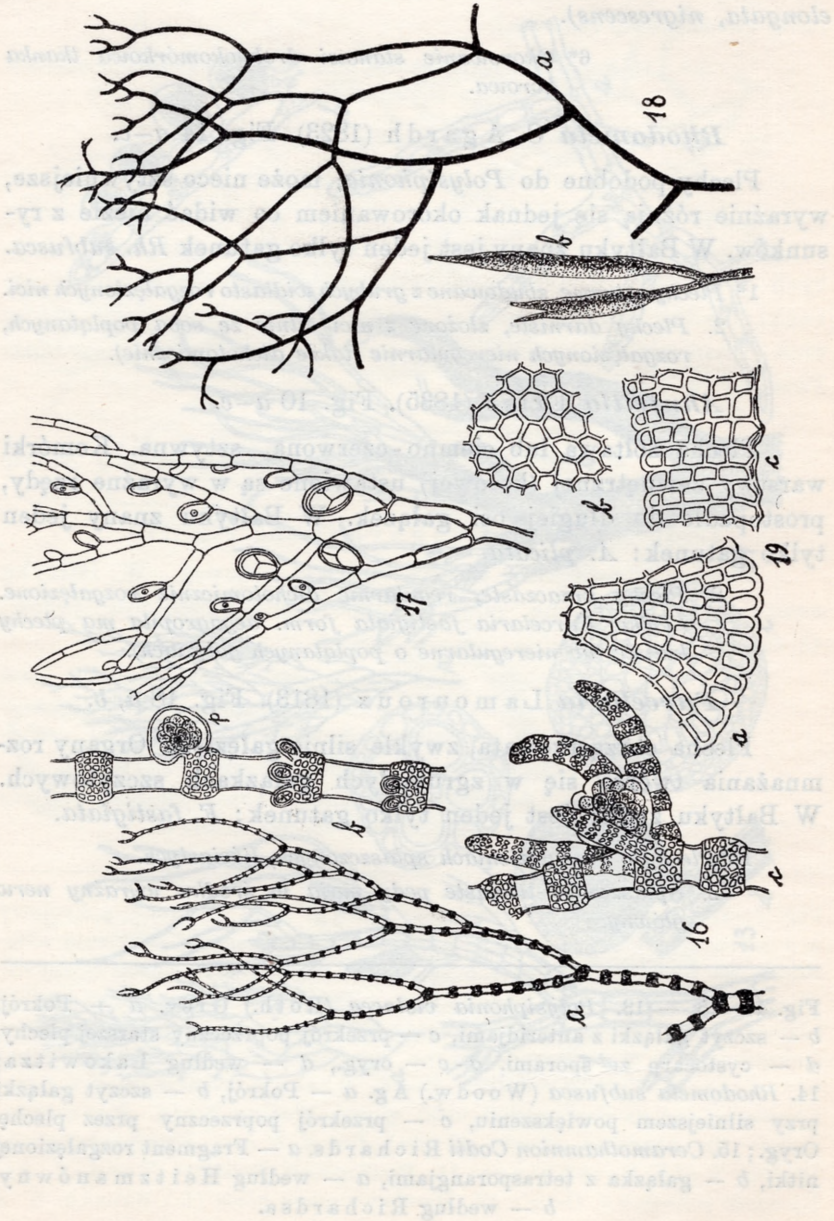
***Furcellaria* Lamouroux (1813). Fig. 18 a, b.**

Plecha chrząstkowata, zwykle silnie gałęzista. Organy rozmnażania tworzą się w zgrubiałych gałązkach szczytowych. W Bałtyku znany jest jeden tylko gatunek: *F. fastigiata*.

- 1** Plechy o rozgałęzieniach spłaszczonych, liściastych.
2. Spłaszczone liściaste pędy mają w środku wyraźny nerw główny.

Fig. 13—15. — 13. *Polysiphonia violacea* (Roth.) Grev. *a* — Pokrój, *b* — szczyt gałązki z anteridjami, *c* — przekrój poprzeczny starszej plechy, *d* — cystocarp ze sporami, *a-c* — oryg., *d* — według Lakowitza; 14. *Rhodomela subfusca* (Woodw.) Ag. *a* — Pokrój, *b* — szczyt gałązki przy silniejszym powiększeniu, *c* — przekrój poprzeczny przez plechę. Oryg.; 15. *Ceramothamnion Codii* Richards. *a* — Fragment rozgałęzionej nitki, *b* — gałązka z tetrasporangjami, *a* — według Heitzmanówny, *b* — według Richardsa.

Polysiphonia Greville (1824) Fig. 18 a-d.
 Plecha bogato rozgałęzioną, krzeszaną, gałązki pokryte
 na szczycach pętkiem bezbarwnych ciastek (trichoblasty).
 W Bałtyku 6 gatunków, w Polsce 4 (*P. marginata*, *violacea*,
ciatogata, *nigrescens*).



Membranoptera Stackhouse (1809). Fig. 12 *a, b*.

Plechy o barwach czerwonych, do 10 *cm* wielkie, widlasto, pierzasto lub nieregularnie rozgałęzione. W Bałtyku jeden tylko gatunek: *M. alata*.

2* *Liściaste pędy nie mają środkowego nerwu głównego.*

Phyllophora Greville (1830). Fig. 11.

Plecha dość sztywna, skórzasta, rozgałęziona bocznie lub dichotomicznie; na końcach rozgałęzień częste proliferacje. W Bałtyku występuje 5 gatunków, na wybrzeżu polskim jeden (*Ph. Brodiaei*) z licznymi odmianami.

II. *Plechy skorupiaste, płasko przyroste do podłoża.*

Hildenbrandia Nardo (1834). Fig. 19 *a, c*.

Plechy krwisto czerwone, zbudowane są z krótkich pionowych nici ściśle ze sobą bokami zlepionych. Oglądana z góry plecha ma wygląd tkanki parenchymatycznej. Tetrasporangia w zagłębieniach plechy. Z Bałtyku podawane są 2 gatunki, w Polsce występuje jeden: *H. prototypus*, jako morski, i *H. rivularis* słodkowodny.

B Rodzaje słodkowodne.

I. *Plechy nitkowate, szczeciniaste lub krzaczaste.*

1. *Nici nierozgałęzione.*

Bangia Lyngbye (1819). Fig. 2 *a-c*.

W wodach słodkich gatunek *B. atropurpurea*, znany dotychczas z trzech tylko stanowisk w Polsce (Wołoszyńska 1935).

1* *Plechy rozgałęzione, krzaczaste lub szczeciniaste.*

2. *Komórki eliptyczne lub kuliste, o gwiazdkowatym chromatoforze i grubych galaretowatych błonach.*

Fig. 16—19. — 16. *Ceramium diaphanum* Harvey et Agardh. *a* — Fragment plechy, *b* — gałązka z tetrasporangjami i skupieniem paraspor (*p*) u *Ceramium strictum*, *c* — cystocarp u *C. strictum*, *a* — oryg., *b, c* — według Lakowitza; 17. *Callithamnion furcellariae* J. Ag. Gałązka z tetrasporangjami. Według Kold. Rosenvinge; 18. *Furcellaria fastigiata* (Huds.) Lam. *a* — Fragment plechy, *b* — szczyt gałązki z cystokarpjami, *a* — oryg., *b* — według Kold. Rosenvinge; 19. *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. *a* — Brzeg plechy (widok z góry), *b* — środkowa część plechy oglądana z góry, *c* — pionowy przekrój przez plechę. Oryg.

***Asterocystis* Gobi (1879). Fig. 3 a, b.**

Gatunek *A. ramosa* (podany poprzednio pomiędzy rodzajami morskimi) występuje w wodach słodkich i słonawych. W Polsce zdaje się tylko w rzece Płutnicy.

2* *Komórki wieloboczne, bez galaretowatych błon.*

3. *Plechy wiotkie, krzaczaste.*

4. *Plechy na poprzecznym przekroju wielokomórkowe.*

5. *Główne i boczne gałązki bogato owłosione.*

***Thorea* Bory. Fig. 5 a, b.**

Plecha śliska, galaretowata, bogato rozgałęziona, czarnozielona, po wyschnięciu czerwono-fioletowa. Znany jest wogóle jeden tylko gatunek *T. ramosissima*, podany z jednego tylko stanowiska w Polsce mianowicie z rzeki Welny w pow. Obornickim (Krawiec 1935).

5* *Gałązki nie owłosione, natomiast we węzłach pokryte gęsto okółkami krótkich, krzaczasto rozgałęzionych gałązek objętych wspólną galaretką. (Szczytowe komórki zakończone są czasem włosem).*

***Batrachospermum* Roth (1797). Fig. 8 a, b.**

Plecha galaretowata, śliska, o wyglądzie paciorkowatym. Najpospolitszy słodkowodny krasnorost występujący w Europie w 18 gatunkach, z których 7 występuje w Polsce (*B. moniliforme, pyramidale, ectocarpum, Boryanum, anatinum, vagum, Corbula*).

4* *Plechy na przekroju poprzecznym jednokomórkowe, nie galaretowate.*

***Chantransia* (de Cand.) Schmitz. (1889). Fig. 6.**

Plechy nitkowate, zwykle bogato rozgałęziona, krzaczaste. W wodach słodkich znane są 4 gatunki występujące bardzo pospolicie w wodach płynących. Wszystkie 4 gatunki znane są w Polsce (*Ch. Hermannii, violacea, pygmaea, chalybaea*).

II. *Plechy płaskie, skorupiaste.*

1. *Plechy nieregularne, zbudowane z kulistych komórek bez porządku ułożonych w płaskie kolonje objęte delikatną galaretką.*

***Porphyridium* Naegeli. Fig. 4 a, b.**

Mało znany rodzaj z grupy *Bangiales*. W Polsce występuje pospolicie gatunek *P. cruentum* tworzący na wilgotnej ziemi

lub murach krwiste plamy (znane są wogóle dwa gatunki tego rodzaju).

1* *Plechy płaskie, skorupiaste, złożone z krótkich pionowych nici zrosniętych ze sobą bokami.*

Hildenbrandia Nardo (1834). Fig. 19 a-c.

Występuje w cienistych potokach, najchętniej na ścianach wodospadów w postaci krwisto czerwonych, nieraz bardzo dużych plam. Jeden tylko gatunek: *H. rivularis* w Polsce dość częsty.

LITERATURA.

Literatura odnosząca się do glonów wogóle, a specjalnie do glonów Bałtyku, zestawiona jest w książce Lakowitza (1929).

Z ważniejszych prac dotyczących brunatnic i krasnorostów należy ponadto wymienić:

Hauck F. Die Meeresalgen Deutschlands und Oesterreichs in L. Rabenhorsts Kryptogamenflora. Bd. II. 1885.

Kolderup Rosenvinge L. The Marine algae of Denmark. Part I-IV. 1909, 1917, 1923-24, 1931. Mémoires de l'Academ. Royale des Sc. et des Lettr. de Danemark, Copenhague, T. VII. Sér. 7. Nr. 1-4.

Kylin H. Über die Entwicklungsgeschichte der Phaeophycen. Lunds Univ. Arsskr, N. F. Avd. 2. Bd. 29. Nr. 7. 1933.

— Anatomie der Rhodophyceen. Handbuch der Pflanzenanatomie. Bd. VI/2 g. Berlin 1937.

Pascher A. Die Süßwasserflora. Heft 11. Jena G. Fischer. 1925.

Prace odnoszące się do flory brunatnic i krasnorostów w Polsce:

Błoński F. Wyniki poszukiwań florystycznych skrytokwiatowych, dokonanych w ciągu lata 1889. Pam. Fizjograf. Tom X. 1890. Str. 129.

Bursa A. Glony osiadłe, występujące w wodach przybrzeżnych polskiego Bałtyku. Bull. Intern. Akad. Um. Kraków 1935. Ser. B. Str. 69-76.

Cybulski K. Materiały do flory algologicznej okolic Warszawy. Pam. Fizjograf. Tom III. 1883. S. 249-273.

Eichler B. Materiały do flory wodorostów okolic Międzyrzecza. Pam. Fizjograf. Tom XII. 1892. S. 157-169.

Fraude. Grund und Plankton-Algen der Ostsee. Jahresber. d. geogr. Ges. zu Greiswald X. 1905-1906.

- Ganieszyn S. Botaniczno-geograficzny szkic środkowej części Kielecko-Sandomierskiego pasma górskiego. Zapiski Nowo-Aleksandrijskiego Inst. Sielskiego Choziajstwa i Lesowodstwa. Tom XX. 1909. S. 1—113.
- Gutwiński R. Prodrumus florae algarum galiciensis. Rozprawy Akad. Um. Kraków 1895. Tom 28. S. 274—440.
- Flora algarum montium Tatrensium. Bull. Intern. Akad. Um. Kraków 1909. S. 415—560.
- Flora i plankton glonów Morskiego Oka. Kosmos t. 38. 1913. S. 1426—1437.
- Heitzmanówna W. Nowe stanowisko krasnorosta *Ceramothamnion Codii* Richards w Zatoce Gdańskiej. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. I. 1923. S. 1—4.
- Przyczynek do znajomości brunatnic polskiego Bałtyku. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. II. 1924.
- Janczewski E. *Godlewskia*, nowy rodzaj sinorostów (*Cryptophyceae* Thur.). Rozpr. Akad. Um. Kraków 1884. S. 142—144. Tom XI.
- Kirchner O. Kryptogamenflora von Schlesien. Breslau 1878.
- Krawiec F. Ciekawe krasnorosty *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) I. Ag. i *Thorea ramosissima* Bory w Wielkopolsce. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XII. 1935. S. 299—300.
- Lakowitz K. Die Algenflora der Danziger Bucht. Ein Beitrag zur Kenntniss der Ostseeflora. Danzig 1907.
- Die Algenflora der gesamten Ostsee. Danzig 1929.
- Lingelsheim A. und Schröder B. *Hildenbrandia rivularis* und *Pseudochantransia chalybaea* aus den Gouvernement Suwałki. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 36. 1918. S. 271—276.
- Łopott W. Materjały do flory algologicznej okolic Warszawy. Pam. Fizj. Tom IV. 1884. S. 243—265.
- Marchewianka M. Z flory glonów polskiego Bałtyku. Spraw. Kom. Fizj. P. Ak. Um. Kraków Tom 58/59. 1924. S. 33—45.
- Przyczynek do morfologii *Ceramium diaphanum* z Gdyni. Kosmos Tom 49. 1924. S. 843—854.
- Namysłowski B. Mikroflora źródeł podreglowych. Kosmos Tom 47. 1922. S. 204—232.
- Raciborski M. Materjały do flory glonów Polski. Spraw. Kom. Fizj. P. Ak. Um. Kraków. Tom 22. S. 80—122. 1888.
- Phycotheca polonica cz. I i II. Kosmos Tom 35. S. 84 i 1003. 1910.
- Rostafiński J. *Sphaerogonium*, nowy rodzaj wodorostów snych. Rozpr. Ak. Um. Kraków 1883. Tom X. S. 280—305.
- Rouppert K. Szata roślinna polskiego brzegu i Bałtyku. Przyrodnik. Cieszyn 1924. Roczn. I.
- Sprawozdania Kom. Fiz. Ak. Um. Kraków 1924/25. Tom 58/59. Str. XIV.
- Ryppowa H. Glony jeziorok torfowcowych t. zw. sucharów w okolicach Wiger. Archiw. Hydrob. i Rybactwa. Tom II. 1927. S. 41—64.

- Starmach K. Niektóre rzadsze krasnorosty w okolicy Weiherowa na Pomorzu i Beskidzie Magurskim. Spraw. Kom. Fizj. P. Ak. Um. Kraków. Tom 61. 1926. S. 107—112.
- Beitrag zur Kenntnis der Süßwasserfloridaen von Polen. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. V. 1928. S. 367—389.
- Narośle bakteryjne na niektórych słodkowodnych gatunkach rodzaju *Chantransia*. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. VII. 1930.
- Powłoki wodorotlenku żelaza na gałązkach *Chantransia chalybaea* Fries. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XIII. 1936.
- Torka V. Neue Beiträge zur Algenflora der Provinz Posen. Zeitschr. d. naturw. Abt. d. D. Ges. f. Kunst u. Wiss. in Posen. Bd. XVII. 1910.
- Wołoszyńska J. Życie glonów w górnym biegu Prutu. Spraw. Kom. Fizj. P. Ak. Um. Kraków. Tom 45. 1911. S. 3—22.
- Rozmieszczenie glonów osiadłych na dnie jeziora Wigierskiego. Spraw. Stacji Hydrobiol. na Wigrach. Tom I. Nr. 2, 3. 1923. S. 9—66.
- *Bangia atropurpurea* (Roth) Agardh w Polsce. Archiw. Hydrob. i Rybactwa. Tom IX. 1935. S. 139—162.
- Kilka nowych stanowisk krasnorostów słodkowodnych. Spraw. Kom. Fizj. P. Ak. Um. Kraków. Tom 68/69. 1935. S. 65—66.

W tym zakresie tak zagadkowych czynności, w jakich składa się życie. Poimanie przejawów życiowych i właściwości żywej materji — staje się nie podlegającym zagadnieniem, a rozwiązaniem którego kładą się przyrodnicy od zarania badań naukowych. W histologii i cytologii zatem, jako naukach zajmujących się formami żywej materji: tkanką i komórką, znaczenie się obecnie, po okresie badań morfologicznych, zwrócił ku fizjologii. Powstaje więc histo- i cyto-fizjologia, których ostatniun wyznacza jest hodowla tkanek.

Przy badaniu właściwości żywej materji — badają czy nie największe znaczenie posiadają badania cytochemiczne. Cytochemia, jako dział histochemji, należy przez to do jednej z gałęzi chemji fizjologicznej. Jest ona jakby morfologia chemiczną komórki; jest nauką, w stosunku do innych jeszcze młoda, zdaje się odgrywać niepodważalną rolę w biologji komórki, gdyż daje ona możliwość zdobycia podstawy do poznania mechanizmów przemian chemicznych. Inaczej przedstawiając: histochemja, a głównie cytochemja, stwarzają warunki do bliższego poznania istotny przejawów życia żywej materji.

Jednak metody, jakimi posługują się histochemja, w stosunku do zagadnień, które stawiane jej są do rozwiązania, daleko są jeszcze do doskonałości i wymaganej precyzji. O ile

HENRYK GODLEWSKI

Mikrospopielanie jako histochemiczna metoda.

Każda komórka, zwierzęca lub roślinna, jest cząstką żywej materji, o niezwykle skomplikowanych, dla niej specyficznych, tajemniczych właściwościach fizyko-chemicznych, które warunkują pełnienie tak zagadkowych czynności, z jakich składa się życie. Poznanie przejawów życiowych i właściwości żywej materji — staje się niesłychanie pociągającym zagadnieniem, o rozwiązanie którego kuszą się przyrodnicy od zarania badań naukowych. W histologii i cytologii zatem, jako naukach zajmujących się formami żywej materji: tkanką i komórką, zaznacza się obecnie, po okresie badań morfologicznych, zwrot ku fizjologii. Powstaje więc histo- i cyto-fizjologia, których ostatnim wyrazem jest hodowla tkanek.

Przy badaniu właściwości żywej materji — bodaj czy nie największe znaczenie posiadają badania cytochemiczne. Cytochemja, jako dział histochemji, należy przez to do jednej z gałęzi chemji fizjologicznej. Jest ona jakby morfologją chemiczną komórki; jako nauka, w stosunku do innych jeszcze młoda, zdaje się odgrywać niepoślednią rolę w fizjologii komórki, gdyż daje ona możność zdobycia podstawy do poznania mechanizmu przemian chemicznych. Inaczej powiedziawszy: histochemja, a głównie cytochemja, stwarzają warunki do bliższego poznania istoty przejawów życia żywej materji.

Jednak metody, jakimi posługuje się histochemja, w stosunku do zagadnień, które stawiane jej są do rozwiązania, dalekie są jeszcze do doskonałości i wymaganej precyzji. O ile

nie bada się komórek czy tkanek żywych, co często jest wręcz niemożliwe, należy obiekt utrwalić. Poszukiwana substancja powinna być w ten sposób w komórce utrwalona, by nie zmieniła swego składu chemicznego ani miejsca, w którym znajdowała się za życia komórki. W spełnieniu tej pierwszej zasady, jaką musi histochemik postawić, przystępując do badania rozmieszczenia danej substancji, już napotyka na wielkie niejednokrotnie trudności. Oczywiście zupełnie ściśle zadośćuczynienie temu warunkowi staje się praktycznie niewykonalne. Z pewnym przybliżeniem można go przeprowadzić dla substancyj organicznych, jak niektóre tłuszcze, węglowodany i białka, gdzie stosowany utrwalacz nie przemieszcza danego związku, ani nie zniekształca podłoża (innych części ciała komórkowego), w którym one się znajdują.

Nie na tem jeszcze koniec ograniczeń, jakie stawia histochemja. Nietylko utrwalacz, lecz i wszystkie inne płyny, przez które przeprowadza się preparat przed zatopieniem w parafinie czy celloidynie, nie powinny zniekształcać, zmieniać chemicznie, ani też przemieszczać badanej substancji. Na podstawie znajomości właściwości chemicznych danej substancji, jakie poznane zostały *in vitro* — należy tak dobrać odczynniki, by przynajmniej teoretycznie spełnić wyżej wymienione warunki. Mówimy „teoretycznie“, gdyż w praktyce może dany odczynnik okazać się właśnie działającym; inne bowiem właściwości posiadać będzie wyodrębniona substancja w „próbówce“, a z pewnością inne, znajdując się w kompleksie złożonych związków protoplazmy lub jądra komórki.

Wreszcie, kiedy już skrawki znajdują się rozpostarte na szkiełku i przychodzi moment analitycznego wykrycia danej substancji, poczynają się piętrzyć nowe trudności. Histochemja posiłkuje się metodami niejako zapożyczonymi z chemji analitycznej. Nie zawsze dadzą się one zastosować do badania skrawków histologicznych. Tak np. silny kwas lub zasada, które w danym przypadku dawałyby analityczną reakcję z badaną substancją, może równocześnie rozpuszczać albo reagować z pozostałymi substancjami, powodując zniekształcenia strukturalne, bądź zacierając histochemiczny obraz rozmieszczenia. Substancje, zawarte w skrawku histologicznym, występują w bardzo małych ilościach, dlatego też należy dobrać reakcję szczególnie czułą. Poza tem, jak to Scott, mówiąc o trudno-

ściach histochemji, wspomina w swojej monografji, produkt reakcji analitycznej może dawać intensywną barwę *in vitro*, makroskopowo, a pod mikroskopem wskutek rozproszenia, oglądany w świetle przepuszczonem, może nasuwać trudności w rozpoznawaniu właściwej mu barwy.

Przy badaniu rozmieszczenia soli nieorganicznych, uwzględnione być muszą te same ogólne zastrzeżenia, jakie stosuje się dla substancyj organicznych; a więc: tak utrwalacz, jak płyn do przeprowadzania nie mogą reagować z solami, nie mogą ich rozpuszczać, ani przemieszczać i nie mogą wreszcie zawierać żadnych składników mineralnych.

Badania jakościowe i ilościowe zawartości soli nieorganicznych, przeprowadzone na organach poza organizmem znajdujących się, pozwalają z całą pewnością wnioskować, że w systemie koloidalnym żywej komórki, składniki mineralne znajdują się w dwóch zasadniczo różnych stanach fizyko-chemicznych: w fazie rozproszonej i rozpraszającej (Białasze-wicz). W pierwszej z nich, sole nieorganiczne związane są z substancjami organicznymi (głównie z białkami i tłuszczami), jako związki organiczne oraz także półorganiczne (Bagiński). Druga, faza rozpraszająca czyli ciecz międzycząsteczkowa, składa się z elektrolitu, a więc soli nieorganicznych, rozpuszczonych w wodzie, organicznie nie związanych. Biorąc pod uwagę dwojaką postać tych związków, dla zbadania rozmieszczenia należy użyć specjalnie przystosowanych metod mikrotechnicznych.

Utrwalaczem stosowanym dla soli nieorganicznych jest alkohol absolutny, wprowadzony przez Policard'a, alkohol 95^o/_o, używany przez Marza'a i Chiosa'a. Dobre rezultaty osiągał Revault, stosując alkohol 90^o/_o do utrwalenia tętnic, a Kru-szyński, używając alkoholu 90^o/_o i 85^o/_o przy utrwalaniu mózgu i rdzenia *Rana esculenta* i *Cottus scorpius*. Z innych utrwalaczy dla soli nieorganicznych należy wymienić: alkohol-formol (Scott), rzadko w tym celu stosowaną formalinę, wreszcie niedawno wprowadzone przez Hermann'a pary formaliny. Dla ustalenia soli wapniowych ma być specjalnie użyteczny utrwalacz Bagińskiego (mieszanka formaliny, kwasu siarkowego i alkoholu absolutnego), który ma wytrącać je w postaci ultramikroskopowych kryształków.

Stosując tego rodzaju płyny jako utrwalacze, czynimy zadość zasadzie histochemji. Inna jest sprawa, że utrwalacze tego rodzaju, jak alkohol absolutny, alkohol 95%, formalina, poczęści alkohol-formol, wywołują kurczenie ciała komórkowego, powstawanie otworków i jam. Zmiany te występują bardzo wybitnie w tych obiektach, które zawierają duży procent wody. Jeśli więc chodzi o sole nieorganiczne, to — przez tego rodzaju zniekształcenia — przemieszczają się one, łącznie z substancjami organicznymi. Obraz zatem rozmieszczenia soli nieorganicznych, organicznie związanych, jakie otrzymujemy w skrawku, daleko odbiega od rzeczywistego rozmieszczenia tych soli, które istnieje za życia komórki. A elektrolity? Alkohole wyższe działają bardzo szybko odwadniająco i dlatego przypuszczać należy, że powodują przesunięcia. Przewidywać również można, że sole cieczy międzycząsteczkowej, szybko pozbawione wody, przylegają do cząsteczek uprzednio w cieczy zawieszonych, czyli do składników koloidalnej fazy rozproszonej. Faza rozproszona stanowić będzie niejako filtr, przez który przepływa odciągana woda, pozostawiając na nim część wytrąconych z roztworu soli nieorganicznych. Z drugiej zaś strony następuje adsorbcja odczynnika przez powierzchnię cząsteczek fazy rozproszonej koloidu (Policard¹), co ułatwia również przyłgnięcie wytrącających się soli elektrolitu. Zastanawiając się nad losem cieczy międzycząsteczkowej w czasie różnego rodzaju manipulacji, dokonywanych na tkance od chwili utrwalenia do zatopienia w parafinie, przypuszczać należy, że zostaje ona w głównej mierze wypłukana wraz ze stosunkowo (do zatrzymanych) znaczną ilością soli. Ilość soli zawartych w elektrolicie, w stosunku do soli związanych organicznie (np. dla jaj różnych gatunków zwierząt, jak wykazały badania Białasze-wicza), zdaje się być wogóle znacznie mniejsza. Dlatego też, przy studjach nad całkowitem rozmieszczeniem soli nieorganicznych, t. zn. niezależnie od tego, jakiej fazy są one pochodnymi — należy dbać przede wszystkim o jaknajlepsze utrwalenie struktury histologicznej, gdyż właśnie od niej w pierwszym rzędzie zależy obraz histochemiczny.

W przypadkach obiektów, zawierających duży procent wody, w których wymienione utrwalacze powodują daleko idące

¹) p. Scott.

zmiany strukturalne, należy właściwie je odrzucić, jako bezużyteczne. Wówczas pozostaje sporządzanie skrawków nieutrwalonych metodą zamrażania według Schultz-Brauns'a, która jednak wymaga specjalnej aparatury, nie pozwala uzyskać skrawków cieńszych jak $10\ \mu$, która wreszcie nie nadaje się do krajania seryjnego. Jedną z nowoczesnych metod, mającą dawać doskonałe wyniki utrwalania tak struktury morfologicznej, jak i cieczy międzycząsteczkowej jest t. zw. mrożąco-susząca (freezing-drying) metoda Altmann-Gersh'a. Zamrożenia kawałków organów dokonywał Altmann płynnym powietrzem. Później (1932) Gersh zmodyfikował tę metodę, używając przy wysuszaniu oksyfosforopentanu (-20°) a następnie stosując przy odwodnieniu (wysuszaniu) niskie ciśnienie i próżnię (Bensley i Gersh 1933). Z czasem po wprowadzeniu do zamrażania ciekłego pentanu (-131°) i izopentanu (-195°), które stosuje obecnie Hoerr (1936), uzyskuje się natychmiastowe wytworzenie kryształów organicznych i nieorganicznych, które mają pozostawać w stosunku do siebie w stałej równowadze (Scott). O ile odwodnienie następuje w temperaturze niższej niż punkt eutektyczny roztworu soli (dla $NaCl^{\circ}$ -21.2° , dla $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ -54.9°), wówczas można wykluczyć prawdopodobieństwo dyfuzji i przesunięć soli podczas tego procesu. Według Scott'a, odwodnienie przy -78.5° nie powinno powodować żadnych zmian. Niedogodnością „wysuszania“ w takich niskich temperaturach jest długi czas trwania tego procesu, który odbywać się musi w temperaturze bardzo niskiego ciśnienia par lodu. Wysuszenie w próżni o temperaturze pokojowej trwa bardzo krótko. Z chwilą pierwotnego zaprojektowania tej starej metody Altmann'a przez Gersh'a (1932), prace Finn'a (1932), Chambers'a i Hale'a (1932) zdawały się przemawiać przeciwko zastosowaniu jej do histochemji związków mineralnych. Również Scott (1933) i Lison (1936) odnoszą się z rezerwą do tej metody. Obecnie jednak metoda ta w modyfikacji Gersh'a (1933), przerobiona na różnych materiałach (Bensley, Gersh, Hoerr 1933—1936), wydaje się być najlepszą z pośród znanych metod utrwalania; odtwarzać ma ona stosunki rozmieszczenia substancyj, najbardziej zbliżone do tych, jakie za życia w komórce istnieją. Nadaje się zarówno do sporządzania barwnych preparatów, jak i wszelkiego rodzaju reakcyj histochemicznych.

*

Skoro jednak nie jesteśmy w możności stosować, z tych czy innych względów, ani metody Schultz-Brauns'a, ani Altmann-Gersh'a, a posiadamy materiał, w którym „histochemiczne“ utrwalacze czynią istne spustoszenia strukturalne, wówczas nasuwa się myśl zastosowania jakiegokolwiek dobrego utrwalacza, któryby tylko nie zawierał żadnych metali.

Dla przykładu weźmy płyn Bouin'a. Z czynników, któreby mogły wpływać na zmianę układu soli nieorganicznych, jest kwas octowy i kwas pikrynowy. Kwas octowy rozpuszczać będzie niewątpliwie sole soku tkankowego, zwiększając możliwości ich wypłukania. Jednak w t. zw. „spodogramach“, t. j. preparatach ze spoielonemi skrawkami histologicznemi, i tak nie możemy wyróżnić soli, które pochodzą z elektrolitu, a które z substancyj organicznych. Podobnie ma się rzecz ze wszystkimi prawie reakcjami histochemicznemi na poszczególne pierwiastki albo ich grupy. Następnie weźmy i to pod uwagę, że część soli (zwłaszcza *Na*) ulatnia się w czasie spoielania. Kwas pikrynowy tworzyć będzie związki z substancjami organicznemi i solami w roztworze. Utworzą się więc różnego rodzaju pikryniany (pikrynian potasu jest trudno rozpuszczalny), które jednak w czasie spalania całkowicie się rozłożą i ulotnią. Utrwalając więc tkanki w płynie Bouin'a, otrzymamy na spodogramie złogi mineralne, których rozłożenie jest bez porównania bardziej zbliżone do rzeczywistego niżli po stosowaniu np. alkoholu absolutnego. Otrzymamy natomiast najprawdopodobniej mniej tych soli, ale o ile mniej, tego zwykłą obserwacją, bez zrobienia ilościowych pomiarów, stwierdzić nie możemy.

Mamy zatem do rozstrzygnięcia, czy otrzymywać stale fałszywy obraz rozmieszczenia soli nieorganicznych, używając jednak utrwalaczy, jakich wymaga zasada histochemji, czy też zrezygnować z pewnej ilości soli (pochodzących głównie z cieczy międzycząsteczkowej), odstąpić od zasady i użyć innego utrwalacza, któryby jednak dawał dobry obraz struktury morfologicznej a równocześnie obraz rozmieszczenia soli, bardziej zbliżony do rzeczywistości. Wobec uwag, jakie poczyniliśmy odnośnie do tego, co w rezultacie obserwujemy na spodogramie, niewątpliwie zdecydujemy się na tę drugą ewentualność.

Sprawa stosowania utrwalacza dla soli nieorganicznych, któryby nie rozpuszczał tych związków, bez względu na to,

jakie ten utrwalać powoduje przemieszczenia, jest uważane naogół za kanon, od którego odstępować nie należy. Przy tak kategoriycznym założeniu, dziwne się wydaje, dlaczego używa się powszechnie do przeprowadzenia w parafinę — ksylenu, benzenu i chloroformu (!), chociaż wiadomo, że płyny te są doskonałymi rozpuszczalnikami dla niektórych związków tłuszczowych, wiążących spory procent pewnych metali, jak np. *K* lub *Na*. Co więcej, przy ocenianiu rezultatów w rozmieszczeniu soli, często nie jest ta sprawa wcale brana pod uwagę. Używanie tych płynów czynione jest głównie dla wygody technicznej a także dlatego, że różnica w ilości soli, otrzymanych na spodogramach, jest przeważnie nieuchwytna. Zasadniczo jednak raczej powinno się używać do przeprowadzania któregoś z olejków węglowodorowych, oczyszczonych ze składników mineralnych.

Można oczywiście sprawę utrwalać obiektów o dużej zawartości płynów rozwiązywać i w ten sposób, że stosować będziemy różne utrwalać, wskazane przez zasadę histochemji, poznając równocześnie dokładnie, jakiego rodzaju zmiany strukturalne one wywołują. W rezultacie, przez porównanie rozmaitych obrazów rozmieszczenia złogów mineralnych tego samego obiektu, będziemy mogli wykluczyć zmiany wywołane przy utrwaleniu i wyrobić sobie pojęcie o właściwym rozmieszczeniu soli.

Proces mikrospopielania.

Całkowity obraz rozmieszczenia soli nieorganicznych w skrawku histologicznym uzyskuje się metodą mikrospopielania, polegającą na użyciu wysokiej temperatury przy dostępie tlenu, w której wszystkie substancje organiczne ulatniają się.

Metoda spopielania jest już bardzo stara; prawdopodobnie *Raspail* (1833) był pierwszy, który ją zapoczątkował. Do badań nad tkankami roślinnymi zastosował ją *Molisch* (1920), do tkanek zwierzęcych *Liesegang* (1910), *Herrera* (1912), *Prenant* (1919) i *Schöller* (1922). W roku 1923 i 1924-tym *Policard* wprowadza tę metodę do literatury. Buduje on specjalny piecyk elektryczny, w którym dokonywa się spalanie (wyrabia f-ma *Coupric* w Lyonie). W kilka lat później f-ma *Gerhard* w Bonn buduje nowy piecyk do mikrosparania według modyfikacji *Schultz-Braun's'a*, przy pomocy którego dokonywać można spopielania w różnych atmosferach, mierząc równocześnie temperaturę za pomocą termoożniwa.

Skrawki parafinowe przeznaczone do spopielenia powinny posiadać grubość dobraną do badanego obiektu zazwyczaj 10—15 μ ; w specjalnych zaś przypadkach, gdy chodzi o rozmieszczenie soli mineralnych małych elementów histologicznych, 2—5 μ . Skrawki, rozprostowane na trudnotopliwym szkiełku podstawowym przy pomocy alkoholu 70—100%, po wysuszeniu umieszcza się na podstawie (płytką kwarcową) w piecyku do mikrospopielania. Policard poleca szkiełka pyrexowe. Kruszyński¹⁾ dokonuje obecnie spopielenia na szkiełkach nakrywkowych. Wreszcie używać można miki zamiast szkiełek, lecz z tem zastrzeżeniem, że maksymalna temperatura użyta przy procesie spopielenia nie może przekraczać 670° (to samo dotyczy zresztą szkła). Mniej więcej bowiem w tej temperaturze mika poczyna się łuszczyć i rysować, co przeszkadza a czasem zupełnie uniemożliwia późniejsze oglądanie preparatu. Przy stosowaniu miki zamiast szkiełek, nie należy umieszczać jej bezpośrednio na płytce kwarcowej piecyka, lecz albo na drugiej płytce mikowej, albo lepiej na dwu grubych (kilkuwarstwowych) paskach miki, ułożonych poprzecznie na płytce kwarcowej. Chodzi bowiem o to, by płytka miki ze skrawkami znajdowała się w powietrzu i tylko wspierała się o paski z miki. Ten sposób ułożenia zapobiega łuszczeniu się miki w podnoszącej się temperaturze (niema różnicy temperatur między temp. powietrza a temp. płytki kwarcowej, która oddziaływałaby na mikę).

Skrawki można spalać wprost z parafiną; wskazane jest jednak uprzednie odparafinowanie, przez co zyskuje się dużo na czystości; jest to pewne odstępstwo od zasady histochemji soli nieorganicznych, która sprzeciwia się wszelkiemu splókiwaniu skrawków. Parafina przy ogrzaniu topi się, rozplywa po powierzchni preparatu i — jak to miałem możność obserwować, przy pomocy specjalnego „incineratora“, zastosowanego do mikroskopu — porywa za sobą drobne cząstki substancyj ze skrawka²⁾.

¹⁾ Na podstawie referatu, jeszcze nie drukowanego, wygłoszonego przez J. Kruszyńskiego na XV-tym Zjeździe Przyrodn. i Lekarzy Polskich we Lwowie.

²⁾ Opis aparatu znajdzie czytelnik w-g wskazówki w piśmiennictwie pod nr. 6.

Spalanie w piecyku Policard'a powinno według rady autora trwać około 15 minut, przyczem najwyższa temperatura nie może przekraczać 500° — 600° ; temperaturę tę poznaje się po ciemno-czerwonym żarze rury kwarcowej. Scott, wychodząc z założenia, że najwięcej substancyj organicznych ulatnia się w temp. 60° — 70° (zwłaszcza włókna kollagenowe i sprężyste), przedłuża czas całej procedury spalania do 35 minut, w którym to czasie pierwszych 10 min. przeznaczają na osiągnięcie temp. 100° , zaś pozostałych 25 min. na uzyskanie temp. 650° .

Proces spielania polega na szeregu przemian fizyczno-chemicznych. W pierwszym okresie, t. zn. do temperatury około 120° , według Uber'a i Goodspeed'a następuje całkowite wysuszenie skrawka i uwolnienie się cząstek wody, związanych z cząstkami materji. Mniej więcej w tej temperaturze rozpoczyna się okres zmian, dotyczących tak struktury (pękanie, tworzenie się grudek) jak i barwy skrawka; z reguły występuje zbrunatnienie o rozmaitych odcieniach, zachodzące w różnych temperaturach, co uzależnione jest od jakości obiektu a także od utrwalacza. Świadczy to o zmianach, jeśli nie chemicznych, to fizycznych właściwości, spowodowanych przez utrwalacz. Zjawisko zbrunatnienia obserwowano już dawno w pracowniach chemicznych, jako właściwość substancji organicznej, znajdującej się w wyższej temperaturze; nie zostało jednak ono wyjaśnione pod względem chemicznym i fizycznym. W miarę podnoszącej się temperatury zachodzi zmiana barwy skrawka z kolei na czarną — jako rezultat zwęglenia się substancji organicznej. Na moment ten przypada największe nasilenie zmian strukturalnych, jak tworzenie się otworków, powstawanie grudek i włókienek. Uber i Goodspeed określają temperaturę tego momentu dla badanej przez nich tkanki drzewnej na 275° — 300° . Przypuszczać można, że jeśli chodzi o procesy fizyko-chemiczne, związane z tym okresem (zbrunatnienie-zwęglenie), to wyrażać się one będą najznaczniejsem ulatnianiem się produktów rozkładu substancyj organicznych. Rozkład zaś substancji pojmować będziemy jako wywiązanie się tlenków węgla, azotu, fosforu i siarki ze skomplikowanych wiązań tłuszczowych, węglowodanowych a głównie białkowych. Na podstawie rozmów, jakie przeprowadziłem z chemikami, przypuszczać mi wolno, że w chwili uwalniania się tych tlenków następuje częściowe ich związanie z niektórymi solami nieorganicznymi, które oswobodzone już

zostały od wiązań organicznych (ewentualnie półorganicznych). Powstawać więc mogą fosforany *Ca* i *Mg*, siarczany *K* i *Na*, jakoteż inne związki, jak azotany, względnie półorganiczne wiązania, później znów ulegające rozkładowi. Z pewnością natomiast tworzą się węglany i to, w stosunku do innych związków, w ilości największej.

Po zwęgleniu następuje ostatni okres spalania t. j. właściwe spopielenie, polegające na utlenieniu węgla do gazowego CO_2 . Pozostają tylko sole nieorganiczne. Oczywiście nie należy oddzielać poszczególnych okresów spopielenia. Mikrospopielenie jest procesem ciągłym, jedna faza przechodzi w drugą. Zależnie od rodzaju substancji, fazy te przebiegają różnie w różnych temperaturach. Nawet w tych samych, morfologicznie nie zróżnicowanych częściach badanego obiektu, proces spopielenia przebiega inaczej (np. część już spopielenona, część jeszcze zwęglona), co wskazuje na to, że wchodzi tu w skład różne substancje, o innych właściwościach fizyko-chemicznych.

Zmianom struktury, występującym w postaci silnego kurczenia się podczas spalania (zwłaszcza w tkance łącznej), *Reva* i *Ultradi* zapobiegać przez gotowanie kawałków organów w alkoholu 90% przez 10 minut przed zatopieniem w parafinie. *Ueber* i *Goodspeed* zalecają natomiast użycie specjalnej błonki żelatynowej, rozprostowanej na skrawkach przed spopieleniem.

Lison i *Romeis* podają na podstawie odpowiedniej literatury, że skład chemiczny złożeń mineralnych stanowią tlenki *Na*, *Ca*, *Mg*, powstałe przez redukcję węglanów, a także pyrofosforany (np. potasu) przez redukcję fosforanów. Obecność jednak tlenków w spodogramach zdaje się być bardzo wątpliwa. Tlenki powstają tu z pewnością przez rozłożenie węglanów. Węglan magnezu rozkłada się w temp. 402° przy ciśnieniu 1 atmosfery; przypuszczalnie więc powstaje podczas mikrospopielenia. Natomiast węglan wapnia, przy temże ciśnieniu, wymaga dla całkowitego rozkładu temp. $820^\circ - 840^\circ$ (*Zawidzki*), t. j. temperatury, której nie stosuje przy spopieleniu skrawków. Jeżeli jednak przyjmiemy, że tlenki powstają (z wyjątkiem *Ca*), to — pod wpływem CO_2 powietrza i CO_2 z utlenionego węgla substancyj organicznych — przechodzą one najprawdopodobniej w węglany, z chwilą gdy tylko temperatura będzie niższa niż potrzebna do redukcji węglanów. Inaczej przedstawia się sprawa z żelazem, które istotnie pozostaje w formie tlenku: Fe_2O_3 , co jest teoretycznie zupełnie uzasadnione.

Zdaje się być przekonujące mniemanie, że złogi w spodogramie nie przedstawiają czystej formy węglanów, lecz tworzą stopy i połączenia chemiczne ze szkłem. W temperaturze 650° szkło, nawet trudnotopliwe, posiada już inne właściwości niż w temperaturze pokojowej; staje się ono chemicznie czynne. Tworzyć więc może skomplikowane połączenia w postaci krzemianów. Według wszelkiego prawdopodobieństwa, przy użyciu miki zamiast szkiełek, unika się tworzenia związków z podłożem. Zastanawiając się dalej nad chemiczną formą soli nieorganicznych w spodogramach, przyjmujemy możliwość powstania siarczanów, które nie ulegają rozkładowi (z wyjątkiem *Fe*), jako wynik reakcji z produktami rozkładu substancyj organicznych. Proces mikrospopielania nie polega tylko na zmianach właściwości fizycznych, powstałych skutkiem chemicznej redukcji, lecz jest on procesem typowo chemicznym, który obfituje w różnego rodzaju reakcje. Reakcje te nie są nam co do charakteru swego znane, lecz nie wynika stąd, by pomijać je milczeniem.

Potas, pochodzący głównie z cieczy międzycząsteczkowej, pozostaje prawdopodobnie w niezmienionej postaci chlorku; być może, że ulega on częściowemu ulotnieniu w czasie spalania. Do lotnych związków, z którymi mamy do czynienia, należy chlorek sodu. O ile nie przejdzie on w czasie spalania w inny związek chemiczny (siarczan), ulotni się przypuszczalnie całkowicie.

Ilość złogów mineralnych badanego materiału, uzyskanych w spodogramie, zależy nie tylko od utrwalenia, lecz także od sposobu przeprowadzenia procesu spopielania. Badania Schultz-Brauns'a nad spopielonem łożyskiem kobiety przemawiają za tem, że ilość złogów mineralnych zależna jest od atmosfery, w jakiej proces został przeprowadzony. Autor ten dokonywał spalania w atmosferze azotu, w zamkniętym piecyku, a dopiero przy temp. 500°—530° otwierał piecyk, doprowadzając w ten sposób tlen z powietrzem. W rezultacie otrzymywał znacznie bogatsze złogi niż przy spalaniu bez azotu, jak w piecyku Policard'a. Tschopp, pragnąc zapobiec ulatnianiu się sodu, dokonuje spopielenia w atmosferze tlenu, przez co temperatura, potrzebna do całkowitego przeprowadzenia tego procesu, może być znacznie niższa. Policard i Pillet zalecają umieszczenie krawków przed spopielaniem w parach kwasu siarkowego, przez co chlorek sodu przechodzi w nieulatniający się siarczyn.

Preparat ze złoгами mineralnymi należy przykryć szkiełkiem nakrywkowym i obramować parafiną. Spodogramy, pozostawione nie przykryte, ulegają „uwodnieniu“, gdyż sole chłoną parę wodną z powietrza. Zamykanie w balsamie lub olejku nie jest wskazane, bowiem następuje zaburzenie w lokalizacji, a równocześnie wiele składników przestaje być widocznych. Te same zastrzeżenia dotyczą pokrywania złoarów za pomocą kolodium, używanego przez Policard'a i Okkels'a do późniejszych reakcyj histochemicznych oraz przez Tschopp'a do barwienia popiołów.

Spodogramy można oglądać w różnoraki sposób. Przed jednak szczegółowem ich rozpatrywaniem należy sprawdzić, czy skrawki zostały całkowicie spopielone. Złogi, oglądane w świetle przepuszczonem, posiadają niejednokrotnie czarne wejrzeie, mimo że zawierają tylko sole nieorganiczne. Należy wówczas postąpić według zalecenia Schultz-Brauns'a, t. zn. rozpatrywać preparat w podwójnem świetle: przepuszczonem (odbite od lusterka) i padającym (z boku od silnej lampy). Wszystkie sole nieorganiczne przy tego rodzaju oświetleniu błyszczą, natomiast węgiel pozostaje czarny. Według Schultz-Brauns'a, głównie złogi wapniowe przedstawiają się czarno w świetle przepuszczonem. Do pobieżnego przegłądnięcia preparatu, przy użyciu małych powiększeń, wystarczy światło padające. Dla silniejszego powiększenia (imersja) konieczne jest pole ciemne. Zmienny kondensator daje dobre rezultaty. Najbardziej odpowiedni zdaje się być ultropak Leitz'a, ewentualnie mikroiluminator Spenser'a. Poza temi, jest cały szereg przyrządów, jak różnego rodzaju kondensory i filtry, które pozwalają odpowiednio oświetlić badane sole.

Jeśli skrawki spalone zostały na mice, to do oglądania ich w polu ciemnem należy przyklepić mikę balsamem do szkiełka podstawowego i dopiero nakryć szkiełkiem nakrywkowym. O ile mikę ze złoгами mineralnymi traktować będziemy jako szkiełko nakrywkowe, przyczem sole nieorganiczne zwrócone będą do szkiełka podstawowego, wówczas ustawienie pola ciemnego dla dowolnego powiększenia jest niewykonalne. Ponieważ współczynniki załamywania światła dla miki i powietrza (znajdującego się między miką a szkiełkiem nakrywkowym) są inne, niżli dla szkła, nie można przeto otrzymać typowego pola ciemnego.

W tym przypadku trzeba je raczej traktować jako pomocnicze. Przepuszczalnie utropak oddałby tutaj pożądane usługi.

Obraz rozmieszczenia soli nieorganicznych w spodogramie odtwarza mniej więcej rozłożenie tych soli, jakie istniało w skrawku. Czy i w jakim stosunku odtworzona zostaje lokalizacja tych soli, jaka istnieje za życia — to rzecz jeszcze ciągle otwarta do dyskusji. Przypatrując się złogom mineralnym, zauważyć można, że nie są one pod względem optycznym jednorodne. Jedne z nich są ciemne, inne błyszczą jaskrawo-biało, inne znów mają sółtawy, względnie niebieskawy odcień, wreszcie spotyka się czerwone ziarenka. Błyszcząco biało ma się przedstawiać wapń (CaO według Policard'a). Niebieskawe zabarwienie przypisywano solom sodu, co jednak nie znajduje teoretycznego uzasadnienia. Czerwona barwa pochodzi od żelaza; barwa ta jest cechą rozpoznawczą dla tego pierwiastka. Policard podaje, że na podstawie tej barwy można wyróżnić w złogach spodogramu sole żelaza w ilościach, sięgających 3.75×10^{-7} . Złogi mineralne, zdeponowane na szkiełku lub na mice, nie wykazują budowy krystalicznej, lecz znajdują się pod postacią różnego rodzaju ziarnistości, których wielkość, układ i ilość zależą przede wszystkim od rodzaju spalanej tkanki, od utrwalacza, wreszcie od sposobu przeprowadzenia procesu mikrospopielania.

Schultz - Brauns jest zdania, że preparaty, zawierające węgiel, należy odrzucać jako bezwartościowe. Moim zdaniem, owe napół-spopielone spodogramy są niejednokrotnie bardzo pouczające, gdyż wśród zwęglonych substancyj znaleźć można sole nieorganiczne (prawdopodobnie Na , a może i K), których na dobrze spopielonym preparacie już nie zobaczy się. Sprawa ta staje się zupełnie jasna, kiedy obserwując pod mikroskopem proces spopielania, stwierdza się, że przebiega on w różnorodny sposób w różnych składnikach morfologicznych obiektu. Porównanie niedopалonych skrawków z dobrze spopielonemi może dopiero dać obraz właściwego rozmieszczenia soli. Równocześnie bardzo wskazane, a niejednokrotnie wprost konieczne, jest porównywanie spodogramów z barwnymi preparatami, z których tak jedne, jak i drugie, należą do jednej serji.

Jak widzimy, metoda mikrospopielania daje ogólne pojęcie całkowitego rozmieszczenia soli nieorganicznych, przy uwzglę-

dnieniu różnego rodzaju czynników. Obecnie metoda ta znalazła bardzo szerokie zastosowanie w różnych działach nauk przyrodniczych, począwszy od cytologii a kończąc na anatomji patologicznej i medycynie sądowej. Mimo że rozwój jej datuje się dopiero od 1924-go r., nie sposób jest obecnie wymienić wszystkich prac dokonanych tą metodą. W r. 1933 Scott podaje, że ukazało się ich już ponad sto.

W dziedzinie samej techniki, związanej z metodą mikrospopielenia, pozostaje jeszcze dużo do zrobienia. Niezależnie od tych spraw, które poruszyliśmy, a więc utrwalania i spopielenia, pozostaje jeszcze określenie ilościowej zawartości popiołów w spodogramie oraz sprawa histo-analzy poszczególnych pierwiastków.

Do ilościowego określenia złogów mineralnych stosuje Schultz-Brauns fotografowanie przy odpowiednim rzuceniu światła. Scott proponuje użycie komórki gazo-foto-elektrycznej, która służy do mierzenia ilości światła, pochodzącego ze źródła, o znanej częstotliwości amplitudowej prądu a odbitego przez złogi mineralne. Skomplikowana ta metoda nie dostarcza ilościowych danych zawartości soli w całym skrawku, lecz daje (jak sam autor zaznacza) procentową zawartość dla obranego pola obserwacji. Policard stosuje nową metodę fotometryczną. Ilościowo można określać sole metodą spektralną, zastosowaną do histochemji przez Gerlach'a i Policard'a. Mówić ona będzie również tylko o ilości soli, zawartych nie w danym obiekcie, lecz w obranem polu, na które padać będzie iskra elektryczna. Probowano również stosować mikro-fluoro-spektroskopję i fluoro-spektrografję. Narazie trudno przewidzieć, która z tych metod, a może jeszcze inna, okaże się odpowiednia do użytku. W każdym razie, różnorodność pomysłów w próbach rozwiązania tego zagadnienia wskazuje na wielkie trudności, jakie się na tej drodze napotyka.

Jednym z najtrudniejszych działów histochemji, może dlatego, że najbardziej upośledzonym, jeśli chodzi o metody, jest histo-analiza pierwiastków. Metody stosowane w tym dziale są szczególnie kapryśne i uciążliwe do przeprowadzenia. Różnego rodzaju metody barwne nie dają wyników, na których możnaby bez poważnych zastrzeżeń opierać wnioski co do rozmieszczenia

metali i reszt kwasowych. Co się tyczy złogów mineralnych, to czynione są próby bezpośrednich ich analiz. Wymienić tu należy metodę spektralną, fluoro-spektrografję, jak i różnorakie reakcje mikrochemiczne, dokonane przy pomocy mikromanipulatora. Razem wzięwszy, wszystkie te „bezpośrednie“ metody analityczne nie dają jednak obrazu histochemicznego. Kto wie, czy odrzucona metoda Tschopp'a oraz Policard'a i Okkels'a pokrywania spodogramów kolodium i działania poprzez tę warstwę odczynnikami nie okaże się, po szeregu modyfikacyj, właśnie odpowiednia. Narazie pozostaje pewna, typowo histochemiczna metoda Policard'a na wykrywanie żelaza drogą mikrospielania. Mniej już ścisła, ale dająca również histochemiczny obraz rozmieszczenia, jest metoda Schultze-Braun's'a, polegająca na oddzieleniu rozpuszczalnych związków *Na* i *K* od nierozpuszczalnych *Ca*, *Mg* i *Mn* przez zanurzenie spodogramów w wodzie destylowanej.

Badanie rozmieszczenia soli nieorganicznych posiada duże znaczenie dla poznania przemian chemicznych, zachodzących w cząstce żywej materji. Analizy chemiczne, bez uwzględnienia budowy morfologicznej, zdają się być obecnie niewystarczające. Niestety, tak w jednym, jak i drugim przypadku, zmuszony jest badacz pracować na materiale martwym, który jako taki jest czemś innym, niż materja żywa.

Zmiany, jakie wywołujemy w martwym materiale, działając różnemi, znanemi nam czynnikami, potrafimy sobie zawsze wyjaśnić z większem lub mniejszem prawdopodobieństwem słuszności. Jeśli zaś działamy na żywą materję czynnikiem zabójczym, powodujemy jej śmierć. Śmierć w pojęciu biologicznem jest nieodwracalną reakcją żywej materji na czynnik świata zewnętrznego i to reakcją największą, do jakiej jest ona zdolna. Przyjmując zaś, że reakcja jest zawsze jakimś wewnętrznym przestrojem składników materji, siłą rzeczy, musimy wnioskować w tym przypadku, że śmierć, sama przez się, sprowadza jakies głębokie i nieodwracalne zmiany. Charakter jednak tych zmian jest nam całkiem nieznanym.

Dlatego też w histochemji tak związków organicznych, jak składników mineralnych dążyć należy do przeprowadzenia badań na materiale żywym. Trzebaby więc dokonać całego

szeregu analiz, utrzymując ciągle badany obiekt przy życiu. Zadanie — niesłychanie trudne do wykonania, gdyż obecnie nie tylko nie znamy, ale jeszcze nie wyobrażamy sobie dokładnie sposobu jego urzeczywistnienia.

Z Zakładu Histologii i Embrjologii U. J. P.

(Dyr.: Prof. Dr. M. Konopacki).

LITERATURA.

1. Bagiński S. 1928. Nowsze zdobycze histochemji. Pam. Wil. Tow. Lek. IV, z. 5.
2. — 1932. Z cyklu badań histochemicznych nad mineralnemi składnikami tkanek. Pam. Wil. Tow. Lek. VIII, z. 2—3.
3. Białaszewicz K. 1928. Studja porównawcze nad składem cieczy międzycząsteczkowej komórek jajowych. Acta Biol. Exper. 1, 11.
4. Bensley R. R. a. Gersh I. 1933. Studies on cell structure by the freezing-drying method. I. Introduction. Anat. Rec. 57, 205.
5. Gersh I. 1932. The Altmann technique for fixation by drying while freezing. Anat. Rec. 53, 309.
6. Godlewski H. 1937. Kilka obserwacyj nad mikrospopielaniem, dokonanych przy pomocy nowego aparatu, pozwalającego na bezpośrednie śledzenie tego procesu. Spr. Warsz. Tow. Nauk. w druku.
7. Hermann F. 1935. Erweiterung des Verfahrens der Schnitveraschung. Differenzierung der anorganischen Struktur gesunder und kranker Haut. Zeit. wiss. Mikr. 52, 257.
8. Hoerr, Normand Luis. 1936. Cytological studies by the Altmann-Gersh freezing-drying method. I. Recent advances in the technique. Anat. Rec. 66, 81.
9. Kruszyński J. 1934. Cytochemische Untersuchungen der veraschten Nervenzelle. Bull. Acad. Pol. d. Sc. et d. Let. B. 105.
10. Lison L. Histochemie animale. Paris 1936, 36—125.
11. Marza V. D. et L. T. Chiosa. 1936. Histochemie quantitative du potassium dans les ovules en croissance. Bull. hist. 13, 15.
12. Policard A. 1924. La microincinération et son intérêt dans les recherches histochemiques. Bull. hist. appl. 1, 26.
13. — 1933. L'histospectrographie. Protopl. 19.
14. — 1936. Étude photométrique des microincinérations. Bull. hist. appl. 13, 346.
15. Policard A. et Okkels H. 1931. Die Mikroveraschung (Mikrospodographie) als histochemische Hilfsmethode. Abd. Hand. d. biol. Arbmeth. V, 2. 1815.
16. Policard A. et Pillet D. 1928. Sur la detection par microincinération du potassium et du sodium dans le cytoplasme de globules rouges. Com. rend. Soc. d. biol. 99, 85.

17. Revault P. P. 1928. Recherches histochemiques sur l'impregnation calcaire normale de la paroi aortique. Bull. hist. appl. 5, 40
 18. Romeis B. Taschenbuch der mikroskopischen Technik. München 1932.
 19. Schultz-Brauns O. 1931. Die Methode der Schnittveraschung unfixierter tierischer Gewebe. Zeit. wiss. Mikr. 48, 161.
 20. Scott G. H. 1933. A critical study and review of the method of the microincineration. Protopl. 20.
 21. Uber F. M. a. Goodspeed T. H. 1936. Microincineration studies III. Shrinkage phenomena during carbonisation and ashing of wood. Proc. nat. Acad. Sci. 22, 463.
 22. Tschopp E. 1929. Die Lokalisation anorganischer Substanzen in den Geweben. Möll. Hand. d. mikr. Anat. d. Mensch. I, 569.
 23. Zawadzki J. Chemja nieorganiczna. Warszawa 1936. T. II.
-

17. Beyerly, F. P. 1932. *Beobachtungen über die*
Präparation normaler und pathologischer
Blutkörperchen. Bull. Inst. appl. Biol. 1, 49.

18. Kramers, B. 1932. *Die mikroskopische Technik*
des Tieres. 2. Aufl. G. Fischer, Jena.

19. Schütz-Braun, O. 1931. *Die Färbetechnik*
der Histologie. 2. Aufl. G. Fischer, Jena.

20. Scott, G. H. 1932. *A critical study and review of the*
method of the microincineration. *Biophys. J.* 2, 1-10.

21. Ueber, F. M. a. Goodspeed, T. H. 1932. *Microincineration*
studies. III. Spore germination during carbonization and ashing
of wood. Proc. nat. Acad. Sci. 18, 458.

22. Tschopp, E. 1928. *Die Lokalisation anorganischer Sub-*
stanzen im Tierkörper. Mitt. Hand. d. mikr. Anat. d. Mensch. 1, 289.

23. Zawadzki, J. *Chemie anorganischer Stoffe*. 1928. T. II.

24. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

25. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

26. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

27. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

28. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

29. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

30. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

31. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

32. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

33. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

34. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

35. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

36. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

37. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

38. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

39. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

40. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

41. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

42. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

43. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

44. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

45. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

46. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

47. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

48. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

49. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

50. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

51. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

52. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

53. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

54. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

55. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

56. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

57. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

58. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

59. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

60. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

61. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

62. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

63. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

64. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

65. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

66. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

67. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

68. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

69. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

70. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

71. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

72. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

73. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

74. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

75. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

76. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

77. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

78. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

79. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

80. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

81. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

82. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

83. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

84. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

85. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

86. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

87. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

88. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

89. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

90. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

91. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

92. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

93. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

94. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

95. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

96. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

97. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

98. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

99. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

100. *Handbuch der Zoologie*. 1928. T. II.

Do p. t. Członków Towarzystwa!

***Prezydium Towarzystwa uprasza o regularne
wplacanie wkładek, stanowią one bowiem
podstawę jego działalności.***

***Administracja czasopism prosi o niezwłoczne
powiadomianie o każdej zmianie adresu.***

**Konto Towarzystwa w P. K. O.
jest 140.798**

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO
TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA

WYCHODZI W DWU' SERIACH PO 4 ZESZYTY ROCZNIE
WE LWOWIE

SERIA A. ROZPRAWY:

Redaktor **Stanisław Kulczyński**, ul. św. Mikołaja 4.

SERIA B. PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH:

Redaktor **Dezydery Szymkiewicz**, ul. Nabelaka 22.

Administracja Serii A. Lwów, ul. Długosza 8.

„ „ B. „ ul. Nabelaka 22.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Kosmos“ bezpłatnie.

Dla nieczłonków prenumerata w księgarniach.

Skład główny: Książnica - Atlas. Lwów, ul. Czarnieckiego 12.

Są do nabycia w administracji i w księgarniach roczniki Kosmosu
Seria B. w cenie 30 gr. za arkusz. — Przy odbiorze kompletu
10% ustępstwa.

WSZECHŚWIAT

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA
PRZYRODNIKÓW IMIENIA KOPERNIKA

wychodzi w 6 zeszytach rocznie

pod redakcją

JANA DEMBOWSKIEGO

Adres redakcji i administracji:

WILNO, ul. Zakretowa 1. 23. — P. K. O. 21.650.

Prenumerata roczna 12 zł., — półroczna 6 zł.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Wszechświat“ bezpłatnie.