

Wydział nauk matematycznych i przyrodniczych.

Posiedzenie

z dnia 1 Czerwca 1911 r.

Rok IV. № 6.

Obecni:

Przewodniczący Wydziału p. J. Lewiński.
Sekretarz p. J. Tur.

Członkowie Towarzystwa pp.: Ign. Baranowski, J. J. Boguski, S. Dickstein, Z. Dmochowski, J. Eismond, Wł. Gorczyński, M. Jakowski, Wł. Janowski, W. Kamocki, J. Kosiński, L. Kryński, F. Kucharzewski, W. Mayzel, R. Merecki, Sł. Miklaszewski, Fr. Pułaski, J. Sosnowski, K. Stołyhwo, Z. Weyberg.

Komunikaty.

1. Pan Z. Weyberg:

Przyczynek do poznania zasadowych glinokrzemianów wapniowych typu margarytowego, zawierających bromek wapniowy.

Komunikat zgłoszony dn. 18 Maja 1911 r.

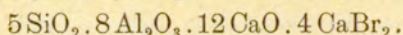
W roku 1887 Gorgeu¹⁾, stapiając kaolin w nadmiarze chlorku wapniowego, otrzymał glinokrzemian wapniowy, zawiera-

¹⁾ Bull. Soc. Min. Fr. 10 (1887), 276.

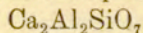
jący chlor; skład tego związku autor wspomniany wyraził wzorem empirycznym $3\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{CaO} \cdot 2\text{CaCl}_2$.

W roku 1904¹⁾ ogłosiłem swoje doświadczenia w tym przedmiocie. Ponieważ Gorgeu nie podał rozbioru otrzymanego przez siebie związku, powtórzyłem syntezę tego ciała. Pomimo jednak bardzo ładnego pozoru mikroskopowych, tetraedrycznych, kryształków tego ciała, rozbiory chemiczne, wykonane przezemnie na trzech próbach z trzech różnych doświadczeń pochodzących, dość znacznie odbiegały od podanego przez Gorgeu wzoru, co budziło we mnie wątpliwość, czy skład tego ciała nie jest złożęnszy niż Gorgeu podaje.

Dla wyjaśnienia tego składu próbowałem był wtedy sporządzić bromowy analogon przez stapianie bromku wapniowego z kaolinem. Doświadczenia te dały mi związek, z pozoru podobny do kryształków Gorgeu, którego jednakże skład, jak wykazał rozbiór wtedy przezemnie wykonany, znacznie odbiega od wzoru Gorgeu, najlepiej bowiem odpowiada mu stosunek



Doświadczenia nad otrzymaniem wymienionego związku bromowego przywiodły mnie także do poznania i opisu ciała



jednego do dziś przykładu kryształów klasy podwójnego sfenoidu tetragonalnego²⁾.

Warunki i sposób powstawania dwu tych związków (z bromem i bez bromu) przekonały mnie, że glinokrzemian z holoïdem jest produktem przyłączenia holoïdka wapniowego do glinokrzemianu $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$ na podobieństwo tworzenia się sodalitów przez przyłączanie soli do kaolinianów.

Że jednak chlorek, a tembardziej bromek wapniowy, topiony w atmosferze produktów palenia gazu świetlnego rozkłada się i tworzy wielką obfitość tlenku, więc oprócz chlorku lub bromku wapniowego przyłączać się tu musi i glinian wapniowy i tlenek wapnia.

Pragnąc jednak bliżej i dokładniej ustalić wzór tego związku, nie zaniechałem doświadczeń topienia bromku wapniowego z kao-

¹⁾ Centralblatt f. Min. 1904, 729.

²⁾ Rozpr. wydz. Mat.-przyr. Ak. Um. w Krakowie XLVI (Serya A) [1906] 251.

linem. Kryształki, analizowane i opisane w roku 1904-ym, otrzymałem w bardzo wielkim nadmiarze bromku wapniowego, a to w celu uniknięcia kryształków $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$, od których oczyścić jest sprawa nie łatwa ze względu na małą ilość materiału i drobne jego wymiaru.

Po wielu trudach doszedłem do posiadania dwu prób, o tyle grubokrystalicznych, że można je było oczyścić bromoformem i jodkiem metylenu i w takiej ilości, że można było poddać je rozbirowi chemicznemu.

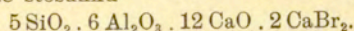
Oto jego wyniki:

1.	SiO_2	14.3	237 5	albo	14.3	237 5
	Al_2O_3	31.0	303 6		31.0	303 6
	CaO	38.3	683 14		32.2	574 12
	Br	17.6	220 4			
	CaBr_2				22.1	110 2
	— O	101.2			99.6	
		1.7				
		99.5				
2.	SiO_2	15.0	249 5	albo	15.0	249 5
	Al_2O_3	31.0	303 6		31.0	303 6
	CaO	38.7	691 14		32.8	585 12
	Br	16.9	211 4			
	CaBr_2				21.1	105 2
	— O	101.6			99.9	
		1.7				
		99.9				
3.	SiO_2	15.1	250 5	albo	15.1	250 5
	Al_2O_3	30.8	300 6		30.8	300 6
	CaO	39.5	700 14		33.9	600 12
	Br	16.1	200 4			
	CaBr_2				20.2	100 2
	— O	101.5			100	
		1.5				
		100				

1. Skład kryształków tetraedrycznych, wydzielonych ze stopu 40 gramów bezwodnego bromku wapniowego z 4 gramami kaolinu, będącego w ogniu 48 godzin.

2. Skład kryształków tetragonalnych, wydzielonych z drugiego takiego samego doświadczenia.

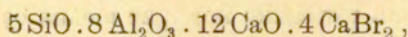
3. Obliczone ze stosunku



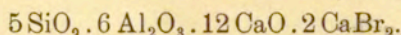
Związek, syntezowany w wahającej się temperaturze i w bar-

dzo wielkim nadmiarze tlenu wapniowego, nie może posiadać składu stałego, jak to się widzi np. na sodalitach; tem tylko usprawiedliwić można różnicę pomiędzy analizą pierwszą i drugą.

Co zaś do stosunków drobinowych, z rozbiórów tych wynikających, to okazuje się, że wykazują one dość znaczne różnice, od opisanych przezemnie w roku 1904-ym: wtedy mianowicie otrzymałem związek



obecnie



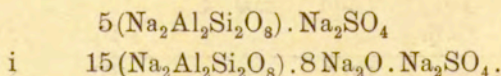
Stałość stosunku $\text{SiO}_2 : \text{CaO} = 5 : 12$ i zwiększenie ilości bromku wapniowego wraz z powiększeniem zawartości glinu niewątpliwie zastanawia, lecz zarazem utrudnia sprawę komentowania składu i budowy tego niezwyklego typu związków. Widoczne, że są to ciała, podobnie do sodalitów, zdolne do tworzenia połączeń podwójnych w znacznych granicach różnorodności. Dalsze syntezy niewątpliwie sprawę znajomości tych ciał posuną naprzód.

2. Pan Z. Weyberg:

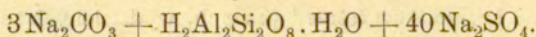
Przyczynek do poznania chemizmu sodalitów siarczanowych.

Komunikat zgłoszony dn. 31 Maja 1911 r.

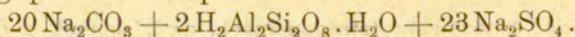
W roku 1908, na posiedzeniu dnia 20 lutego, podałem wiadomość o powstawaniu w zasadowych stopach siarczanu sodowego, sodu i kaolinu ciał sodalitowych, których skład chemiczny wyrażają wzory:



Związek pierwszy otrzymałem w stopie sodu, kaolinu i siarczanu w stosunkach drobinowych



Drugi powstał w stopie



Dla bliższego poznania warunków tej reakcji, wykonałem cztery doświadczenia.

I. Mieszanina $3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O} + 20 \text{Na}_2\text{SO}_4$ topiła się 42 minuty.

II. Taka sama mieszanina topiła się 15 minut.

III. Mieszanina $6\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O} + 20\text{Na}_2\text{SO}_4$ topiła się 30 minut.

IV. Mieszanina $9\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O} + 20\text{Na}_2\text{SO}_4$ topiła się 30 minut.

1.	SiO ₂	37.9	629	1.97	albo	37.9	629	1.97
	Al ₂ O ₃	32.5	318	1.00		32.5	318	1.00
	Na ₂ O	25.2	407	1.28		22.0	355	1.12
	SO ₃	4.2	52	0.15				
	Na ₂ SO ₄					7.4	52	0.16

		99.8				99.8		
1 ^a .	SiO ₂	38.5	638	2	albo	38.5	638	2
	Al ₂ O ₃	32.6	319	1		32.6	319	1
	Na ₂ O	23.8	383	1		19.8	319	1
	SO ₃	5.1	64	0.2				
	Na ₂ SO ₄					9.1	64	0.2

		100				100		
2.	SiO ₂	36.2	600	1.95	albo	36.2	600	1.95
	Al ₂ O ₃	31.3	306	1.00		31.3	306	1.00
	Na ₂ O	25.5	411	1.35		20.4	329	1.08
	SO ₃	6.6	83	0.27				
	Na ₂ SO ₄					11.7	83	0.27

		99.6				99.6		
2 ^a .	SiO ₂	36.3	602	2	albo	36.3	602	2
	Al ₂ O ₃	30.8	301	1		30.8	301	1
	Na ₂ O	24.9	401	1.33		18.7	301	1
	SO ₃	8.0	100	0.33				
	Na ₂ SO ₄					14.2	100	0.33

		100				100		
3.	SiO ₂			35.7				592
	Al ₂ O ₃			30.5				299
	Na ₂ O			26.7				431
	SO ₃			5.8		72	}	99
	CO ₂			1.2		27		

99.9

1. Skład sodalitu, wyodrębnionego ze stopu I.

1^a. Obliczone ze wzoru $5(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$.

2. Skład sodalitu wyodrębnionego ze stopu II.

2^a. Obliczone ze wzoru $3(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$.

3. Skład sodalitu wyodrębnionego ze stopu III i IV.

W wynikach tych czterech doświadczeń zastanawia nasamprzód ta okoliczność, że w stopach jednakowego składu otrzymano

dwa różne sodality. Nie sędzę, aby głównym warunkiem różnicy doświadczenia I i II był czas topienia. Raczej przypuszczam, że głównym czynnikiem jest tu temperatura, która w moich warunkach pracownianych podlega wahaniom nieuchwytnym i której, niestety, nie mam możności zmierzyć.

Następnie, w obu doświadczeniach III i IV otrzymałem produkt jednakowego składu, przyczem godną uwagi okolicznością jest to, że produkt tych doświadczeń zawiera nieznaczną ilość CO_2 .

3. Pan St. J. Thugutt:

O alofanoidach.

Komunikat zgłoszony dn. 1 Czerwca 1911 r.

Na gliny typu alofanu, halloizytu i montmorylonitu, czyli alofanoidy, zapatruje się H. Stremme jako na mieszaniny hydrogelów glinki i krzemionki, jakoby zupełnie podobne do tych, jakie powstają przy zobojętnianiu wodnych roztworów soli glinu i krzemu¹⁾. Poglądu tego nie podzielam. Warunków powstawania alofanoidów w naturze nie znamy. Bynajmniej nie wszystkie alofanoidy są osadem wód sączących się poprzez skały; część ich stanowi ową nierozpuszczalną pozostałość podlegających rozkładowi krzemianów. Cymolit, anauksyt, montmorylonit występują np. w postaci zapożyczonych od augitu. Względem pewnych barwników organicznych zachowują się alofanoidy zupełnie indywidualnie. Na ośm zbadanych przeze mnie okazów nie było dwóch, któreby w jednakowych skądinąd warunkach to samo przybierały zabarwienie. Z kobaltem ani cymolit, ani razumofskin nie wytwarzał błękitu Thénarda, co powinnyby czynić, gdyby zawierały wolną glinę. Myślom tym dałem wyraz w zeszłorocznym, czerwcowym zeszyte Sprawozd. Tow. Naukowego Warszawskiego, a także w Centralbl. f. Min. (1911), 97; na co w № 7 tegoż czasopisma (str. 205) otrzymałem od H. Stremme'go odpowiedź, że, ze względu na zupełne podobieństwo cech fizycznych i chemicznych tak produktów syntetycznych jak i alofanoidów, te ostatnie stanowczo uznać należy za mieszaninę hydrogelów glinki i krzemionki; że indywidualne zachowanie się alofanoidów wobec barwników organicznych jest

¹⁾ Centralbl. f. Min. (1908), 622—632 i 661—669.

wpływem niejednakowego ich wieku, stopnia świeżości i obecności licznych domieszek. Co się zaś tycze reakcyi kobaltowej, to aczkolwiek cymolit biliński w istocie tej ostatniej nie daje (razumofskin kosmycki barwił się z kobaltem silnie), miarodajnym fakt ten jednak nie jest, gdyż o udaniu się lub nieudaniu reakcyi jedynie współobecność mniejszych lub większych ilości tlenków metalicznych rozstrzyga, a cymolit zawiera ich blisko 6^o/_o.

Zatrzymuję się przedewszystkiem na sprawie rzekomego podobieństwa alofanoidów z osadami otrzymanymi przez Stremme'go drogą syntezy. Stosunek glinki do krzemionki podlega tak w jednych jak i w drugich znacznym wahaniom. Jest to zrozumiałe, gdyż analizie podlegają nie indywiduala chemiczne, lecz mieszaniny najrozmaitszych ciał, bliżej dotąd nierozpoznanych. Stąd owa plamistość i nierównomierność zabarwień przy działaniu barwników organicznych. Że w rzędzie tych ciał znajdują się i hydrogele glinki i krzemionki, jest to zupełnie możliwem (boksyt, rozliczne skrzępy krzemionkowe nie są w naturze żadną osobliwością), lecz w równej mierze prawdopodobną jest obecność hydrogelów złożonych kwasów glinokrzemowych¹⁾. Tę ostatnią możliwość Stremme jednak wyklucza, z uwagi na nierównomierną rozpuszczalność alofanoidów i produktów sztucznych tak w wodzie czystej, jak i zaprawionej pewnymi odczynnikami. Śmiem tutaj zauważyć, że i sodalit i nefelin i wiele innych zupełnie określonych związków chemicznych pod wpływem wody częściowemu ulega rozpadowi, a przecież ich jednorodności nikt dotąd nie zakwestyionował. Podobnemu rozpadowi podlegać mogą i hydrogele glinokrzemowe. Kończowa więc cytata z dzieł von Weimarn'a o niemożliwości istnienia związków nieokreślonych pod fałszywym skierowana została adresem.

Pod względem rozpuszczalności w kwasach różnią się alofanoidy tak pomiędzy sobą, jak i w stosunku do produktów sztucznych. Pewne alofanoidy rozpuszczają się z łatwością w kwasie chlorowodorowym, inne wymagają do rozpuszczenia gorącego, stężonego kwasu siarkowego, a jeszcze inne, jak steargilit np. nie roz-

¹⁾ Według J. Roth'a (Allg. u. Chem. Geol. (1879). I, 158) szreteryt jest mieszaniną z przeważającym hydrargilem, dilnit zapewne mieszaniną diasporu i kaolinu, alofan występuje łącznie z gibsytym, samoit z rozpuszczalną krzemionką.

puszczają się w kwasach wcale. Okazy sztuczne rozpuszczają się bez wyjątku w zimnym kwasie octowym, chlorowodorowym i siarkowym, o ile są w stanie świeżym; wysuszone wymagają do rozpuszczenia podniesionej temperatury.

Co do cech fizycznych, to twardość okazów sztucznych waha się w granicach 2,5 do 3, alofanoidów od 1 do 4,5 (koliryt—samoit). Ciężar właściwy pierwszych wynosi w przybliżeniu 1,9, drugich od 1,21 do 2,525 (termieryt — anauksyt). Produkty sztuczne są bezpostaciowe; alofanoidy uwydatniają niekiedy budowę krystaliczną (anauksyt), a dosyć często wykazują polaryzację skupieniową (saponit z Sötern nad Nahą w prowincjach nadreńskich, rozumofskin z Lading w Karyntii, indianait z Lawrence Co, montmorylonit z Pala w Kalifornii i t. d.). Sproszkowane produkty sztuczne odznaczały się po zarobieniu wodą plastycznością, tymczasem alofanoidy zachowują się rozmaicie: jedne dają się urabiać na ciasto, inne plastyczności nie wykazują wcale (samoit). Osady sztuczne były po wysuszeniu przejrzystoszkliste, albo woskowo-, lub porcelanowo-mętne; alofanoidy bywają szkliste, ziemiste, kredowate, pyłkowate, podobne do wosku, mydła, kauczuku, ujawniają połysk perłowo-maciczny, tłustawy i t. p.

Jednym słowem, tej różnorodności własności fizycznych i chemicznych, jaką wykazują alofanoidy, wśród produktów sztucznych nie spotykamy. Łączenie więc w jedną całość ciał tak różnorodnych jak alofanoidy jest najzupełniej nieusprawiedliwionem, a tem mniej upodobnianie ich mieszaninom sztucznym.

Produkty sztuczne, a po części i alofanoidy są osadami wydzielonymi z roztworów wodnych. Czy istniały one już w roztworze jako takie, nie wiemy, lecz, jak to w roku 1847 zaznaczył G. Bischof¹⁾, jest to dosyć prawdopodobne: „Es ist mit Wahrscheinlichkeit zu vermuthen, dass die Thonerde, welche viele Analysen in Quellen nachweisen, niemals als solche, sondern stets als Silicat darin vorhanden ist“. Więc alofan np., znany jako produkt rozkładu pewnych krzemianów, istniećby mógł w roztworze w postaci hydrosolu, a przy sprzyjających warunkach wydzieliłby się z roztworu, przechodząc w stan hydrogelu. Przemianie tej towarzyszy absorpcya innych ciał obcych, znajdujących się w roztworze. Tu szukać należy źródła chwiejności składu chemicznego

¹⁾ Lehrb. d. chem. u. phys. Geol. I, 802.

wśród pojedynczych alofanoidów. Le Chatelier dzieli je na trzy zasadnicze grupy. Sądzę, że w miarę pogłębiania się naszych wiadomości o naturze alofanoidów, pożytecznym się okaże podział bardziej drobiazgowy.

Znaczna większość alofanoidów barwi się z kobaltem na kolor niebieski. Reakcyę kobaltową daje zarówno glinka wolna (hydrargilit, diaspor), jak i związana chemicznie z krzemionką. Dla dyagnostyki alofanoidów reakcyja powyższa nie byłaby użyteczną, gdyby nie okoliczność, że wolna glinka barwi się z kobaltem w znacznie niższej temperaturze, aniżeli glinka związana chemicznie¹⁾. Hydrargilit z Ouro Preto niebieszczeje już w żarze ciemnoczerwonym, diaspor uralski w jasnej czerwoności, a razumofskin z Ladingu w Karyntii dopiero przy prażeniu do białości. Przypuszczenie, że reakcyi przeszkadza chemiczne połączenie glinki z krzemionką, zdaje się być usprawiedliwionem. W cymolicie bilińskim nawet w wyższej temperaturze glinki ujawnić nie można. Spostrzeżenie to potwierdza i Stremme. Co do razumofskinu bilińskiego, to zachodzi kontrowersya. Podczas gdy egzemplarze berlińskiego uniwersytetu z kobaltem silnie niebieszczały, mój okaz, pochodzący z jednej z najbardziej renomowanych firm niemieckich, zachował się obojętnie. W celu wyjaśnienia zachodzącej sprzeczności w obserwacyach, poddałem swój okaz analizie i tu, niestety, przekonałem się, że domniemany razumofskin jest garnieritem.

Ponieważ w literaturze wzmianki o garnierycie z serpentynu kosmyckiego nie znalazłem, podaję tu jego skład (№ 1).

	№ 1	№ 2
SiO ₂	48.25	48.25
FeO	0.08	0.55
		{ Fe ₂ O ₃
		{ Al ₂ O ₃
MnO	0.17	—
NiO	7.04	14.60
MgO	24.86	16.40
H ₂ O	19.53	19.77
	99.93	99.57

C. wł. 2.112. Miedź, wapno, glinka nieobecne. Skład zbliżony bardzo do numeitu (№ 2) z Numei w Nowej Kaledonii (C. Hintze

¹⁾ St. J. Thugutt. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. (1909), 2, 375.

str. 804). Być bardzo może, że okaz rozumofskinu szląskiego, badany przez E. Dittler'a¹⁾, a zachowujący się względem błękitu metylenowego i metyloranżu zupełnie zgodnie z mem egzemplarzem, jest też garnieritem. Reakcyje barwnikowe przytoczone przez E. Dittler'a dla garnierytu nowokaledońskiego (tamże str. 97) bardzo za tem przemawiają. Drobne różnice w natężeniu zabarwień tłumaczą się łatwo nieco odmiennym stosunkiem niklu i magnezu w obydwu okazach.

W celu wystudjowania reakcyi kobaltowej na możliwie czystym cymolicie, poddałem jedną z będących w mem posiadaniu pseudomorfoz po augiccie mechanicznej i chemicznej analizie. W bromoformie rozcieńczonym benzolem otrzymałem 5 frakcyi. Najlżejsza № 3, posiadająca c. wł. 2.3445 przy 22° C., brudno-żółta, bezpostaciowa, ziemista składała się przeważnie z cymolitu; najcięższa № 4 o c. wł. 2.524, biała, krystaliczna, wykazująca blaszki dwójłomne o perłowomacicznym połysku, zawierała anauksyt ze sporą domieszką cymolitu. Frakcyje pośrednie składały się z mieszaniny ogniów krańcowych. Obok tych ostatnich obecną była w niewielkiej ilości jeszcze trzecia ciemno-szara, rogowa, silnie splekana substancya, posiadająca c. wł. wyższy znacznie od anauksytu.

	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
SiO ₂	65.63	56.12	65.93	62.20	56.75
Al ₂ O ₃	19.92	29.10	20.97	23.82	28.43
FeO	2.49 ²⁾	1.75	—	śląd	3.17Fe ₂ O ₃
CaO	śląd	—	0.30	1.00	0.54
MgO	śląd	—	0.45	śląd	0.34
H ₂ O	12.56	13.03	11.61	12.40	10.67
	100.50	100	99.26	99.42	99.90

Cymolit № 3 zbliża się bardzo do hunterytu № 5 analizowanego przez Haughton'a³⁾, poniekąd też do anauksytu № 6 analizowanego przez v. Hauer'a (ob. pracę Smirnow'a), a odbiega najbardziej od wyników otrzymanych dla cymolitu bilińskiego № 7 przez W. P. Smirnow'a⁴⁾. Podobna niezgodność za-

¹⁾ Zeits. f. chem. u. Ind. d. Kolloide (1909), 5, 96.

²⁾ FeO w skład cymolitu zdaje się nie wchodzi, lecz występuje jako węglan lub krzemian.

³⁾ Dana. Syst. of. Min. (1909), 690, № 4.

⁴⁾ Z. f. Kryst. (1907), 43, 342.

chodzi w analizach anauksytu Smirnoff'a i mojej, co jest tem dziwniejsze, że c. wł. rzeczonego minerału wypadł zupełnie zgodnie.

Stosunki molekularne glinki i krzemionki wynoszą w cymolite № 3—0.194 : 1.088, czyli 1 : 5.61. Być może, że gdyby nie domieszka anauksytu, stosunek ten wyniósłby 1 : 6, jak to widzimy w termierycie $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. W anauksycie № 4 $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 3.2$. Smirnoff znalazł 1:2.5, a po usunięciu krzemianu żelazowego w dygiestorze w przybliżeniu — 1:2. Anauksyt byłby więc nakrytem, czemu dane optyczne przytoczone przez Smirnoff'a bynajmniej nie przeczą. Dwójłomność dodatnią podaje Smirnoff z restrykcyą, mówiąc „*anscheinend optisch positiv*“. Nakryt jest optycznie ujemny. Mikrostruktura anauksytu zgadza się z budową nakrytu. Fakt występowania nakrytu i cymolitu $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 3\text{aq}$ w rzędzie produktów rozkładu augitu byłby dla konstytucyi tego ostatniego bardzo znamienny.

W powyższy sposób izolowany anauksyt barwi się z kobaltem doskonale na kolor niebieski. Cymolit opiera się działaniu powyższego oddeczynnika, zwłaszcza gdy przed zadaniem CoN_2O_6 był wyprażony w żarze jasnej białości. Wyprażony w niższej temperaturze przyjmuje z kobaltem barwę niebieskawo-szarą, może dzięki obecności nakrytu.

Stremme przypuszcza, że cymolit dla tego nie reaguje z kobaltem, że zawiera kilka procent tlenków wapnia i żelaza, przyczem powołuje się na autorytet Plattner'a i Fresenius'a. Pomienieni uczeni mówią w istocie o szkodliwości nadmiaru tlenków metalicznych dla reakcyi kobaltowej, lecz mają na myśli tlenki połączone z gliną i krzemionką chemicznie. Według Stremme'go cymolit jest mieszaniną glinki i krzemionki. Dla mieszanin tlenki MgO , CaO , FeO niebezpieczne nie są, jak to przekonać się mogłem zarówno na sztucznych mieszaninach glinki i krzemionki z powyższymi tlenkami, jak i na naturalnych kompleksach, jak boksyt z Beaux Arles, z Vogelsberga, z Bochini w Krainie, lateryt z wyspy Św. Tomasza, lateryt cejloński. Wszystkie one barwiły się z kobaltem doskonale mimo znacznej zawartości żelaza. Wyjątek stanowił ciemno-brunatny boksyt z Brignolles (Dept. Var) i lateryt z Mungo w północnym Kamerunie, pierwszy dla ciemnej barwy, drugi gibsytu może nie zawierał wcale. Jeżeli więc cymolit nie barwi się z kobaltem, to nie tlenki metaliczne stoją temu na przeszkodzie, lecz fakt istnienia chemicznego związku pomiędzy gliną i krzemionką.

Niejednolite zachowanie się alofanoidów wobec organicznych barwników przypisuje Stremme różnemu wiekowi tych ostatnich; powołuje się przytem na autorytet Behrensa, który mówi, że roztwór barwnika inaczej działa na świeżo osadzony, a inaczej na zeschnięty wodorotlenek glinowy. Jestto obserwacya trafna i zrozumiała, lecz jaki ma związek z badanymi przeze mnie alofanoidami, trudno wyrozumieć. Były to okazy dłuższy czas w jednokowych warunkach przechowane, a wiek ich? Nie wiem, lecz Stremme na 669 str. Centralbl. f. Min. (1908) pisze: „Man wird wohl annehmen dürfen, dass manche der gefundenen Allophane u. s. w. nicht unmittelbar vor ihrer Entdeckung, sondern eventuell unendlich lange vorher entstanden sind“. Jeżeli nieskończoność w grze, to o wieku moich egzemplarzy niema co rozprawiać, a już w żadnym razie paraleli z glinką Behrens'a doszukiwaćby się nie należało.

Inna rzecz, co do zawartości ciał obcych w hydrogelach naturalnych. Te w istocie wpływ wywierac mogą. Mimo to obserwacye poczynione przez Stremme'go i przeze mnie nad działaniem fuksyny *S* na alofanoidy wypadły zgodnie, za wyjątkiem jednego świeżo wydobytego z Unterdorfskiej kopalni i jeszcze wilgotnego alofanu.

Myli się wreszcie Stremme, twierdząc, że próżno usiłuję zwalczyć go cytata z pracy von Weimarna o nieistnieniu nieokreślonych związków chemicznych. Ustęp powyższy przytoczyłem jedynie, żeby wytłomaczyć przyczynę, dlaczego nie udaje się wydzielić z przyrodzonych glin pojedynczych związków chemicznych. O Stremme'm niema tam wcale wzmianki, a tem mniej o alofanoidach jako o nieokreślonych połączeniach, gdyż według Stremme'go alofanoidy są tylko mieszaniną glinki i krzemionki.

Pora do uogólnień dla alofanoidów jeszcze nie nadeszła. Wiele drobiazgowych potrzeba badań do tego, żeby sobie jasny sąd o naturze tych ciał wyrobić. Wszelako gdyby ten z tak niezwykłym zapalem broniony przez Stremme'go pogląd na naturę alofanoidów miał się w przyszłości w nauce utrzymać, to w żadnym razie, jak to wykazałem wyżej, ani cymolit, ani anauksyt do rzędu tych ostatnich zaliczony nie będzie.

4. Pan Henryk Raabe:

Amoebidium parasiticum Cienk.

CZĘŚĆ I.

Jądro, budowa jego i podział.

(Doniesienie tymczasowe).

Komunikat zgłoszony dn. 24 lutego 1911 r.

Przedstawił p. J. Tur.

Amoebidium parasiticum Cienk. jest to organizm jednokomórkowy, który żyje przyczepiony do odnoży, różków a nawet skorup wielu drobnych wodnych skorupiaków; w szczególności *Daphnidae* są czasami literalnie pokryte temi organizmami. Można go znaleźć również na ciałach innych drobnych wodnych bezkręgowców, zawsze jednak tylko na takich, które prowadzą ruchliwy tryb życia. *Amoebidium* zostało po raz pierwszy oznaczone i bliżej opisane w r. 1861 przez Cienkowskiego; następnie wspominało o nim kilku uczonych, którzy starali się znaleźć dla niego miejsce w systematyce (jak: Bütschli 1880, Labbé 1899, Caullery i Mesnil 1905, Ray Lankester 1903, J. Schröder 1897 i inni), jednak sami wiadomości swe czerpali z krótkiej relacji Cienkowskiego. Dopiero w r. 1906 Chatton poświęcił *Amoebidium parasiticum* niewielką pracę, zaś w tymże roku tenże autor, a w 1909 Chatton et Roubane opisali kilka innych rodzajów tego gatunku.

Materyał, który służył do mych badań, pochodził z okolic Krakowa. W rowach, po za miastem, i w drobnych kałużach na „Błoniach“ *Amoebidium* występuje nadzwyczaj obficie. W r. b. znalazłem je również w Królestwie, w okolicach Skierniewie. Organizm ten ma postać woreczka, przyczepionego jednym swym końcem do ciała skorupiaka. Wielkość woreczka może być bardzo rozmaita (rys. 1—3); zależna ona jest w znacznej mierze od tego, ilo-jądrowy jest dany osobnik. Osobnik jednojądrowy składa się z plazmy, jądra i otoczki, obłaniającej go ściśle dookoła; przez otoczkę tę wydziela on kleistą, białkową substancję, chemicznie różną od osłonki, za której pomocą może się przylepiać do żywiciela; ponadto żadnych organów zewnętrznych nie posiada. W plazmie jego zasługują na szczególną uwagę kule błyszczące silnie na materyale żywym i barwiące się na utrwalonych preparatach (rys. 1—4) bardzo charakterystycznie hematoksyliną Delafield'a,

a szczególnie Gie m z ą. Kule te wypełniają czasami całe wnętrze komórki. Stanowią one materiał zapasowy, który zwierzę w pewnych okresach zużywa i pod względem chemicznym przedstawiają ciała metachromatyczne albo wolutynowe. Wskazują to wszystkie reakcje mikrochemiczne, które przebiegają w nich zgodnie z podanymi dla wolutyny przez Meyer'a (1904), tudzież inne ich własności, identyczne w głównych zarysach z wymienionymi przez tegoż autora i przez Gu illiermond'a (1910). Jedynie u *Amoebidium* ciała te występują w tak wielkiej ilości.

Osobnik jednojądrowy rośnie szybko, przyczem mnoży się w nim ilość jąder; powstają wtedy woreczki, mające od kilku do kilkudziesięciu jąder; czasami są one bardzo długie. Osobnik taki rozradza się przez podział schizogoniczny i rozpada na tyle jednojądrowych *Amoebidium*, ile posiadał jąder. Każdy z młodych „półksiężyców“, gdyż taki mają kształt, wydostaje się z błony macierzystej, pływa przez pewien czas i wreszcie przyczepia się do skorupiaka.

Oprócz tego sposobu rozmnażania, istnieje jeszcze inny, o którym wspomnę tu tylko w kilku słowach. W pewnym momencie zawartość wielojądrowego woreczka rozpada się na ameby, które wypelzają z niego, poruszają się przez pewien czas wyraźnymi, amebowatymi ruchami, osiadają wreszcie i incystują się. Po kilku lub kilkunastu dniach, z cysty wydostaje się kilka jednojądrowych „półksiężyców“, które zaczynają znowu okres życia parazytycznego.

Narazie poprzestaję na tych kilku słowach, dotyczących się cyklu rozwojowego i biologii danego organizmu. Są one wystarczające, ażeby zrozumieć ogólny charakter i budowę *Amoebidium*. Mam nadzieję, iż w najbliższym czasie uda mi się ogłosić więcej danych, dotyczących się tych kwestyj.

W tej pracy, którą traktuję jako doniesienie tymczasowe, postaram się przedstawić wyniki moich badań nad jądrem tylko ze strony faktycznej i w najgłówniejszych zarysach, pozostawiając sobie więcej szczegółowe omówienie ich, tudzież wyciągnięcie wniosków o znaczeniu teoretycznym — do pracy in extenso. Obecnie podaję również tylko część rysunków, niezbędną do zrozumienia treści.

* * *

Jądro *Amoebidium*, formy workowatej, w okresie wegetatywnym przedstawia się na żywym materiale jako wyraźny, dużych rozmiarów, kulisty albo zlekka owalny pęcherzyk, o ciemnym, łatwo dostrzegalnym jąderku w środku (rys. 1). Takie same są jądra ameb, które wypełniają z woreczka, tudzież jądra młodych, wychodzących z cysty. Jest to jądro typowo pęcherzykowate. Widoczne jest ono doskonale, gdyż część okołojąderkowa jest znacznie jaśniejsza, niż otaczająca plazma, a jąderko znacznie od ostatniej ciemniejsze. W osobniku jednojądrowym, jądro umieszczone jest w samym środku komórki i obwodem swoim często dotyka prawie do krawędzi *Amoebidium*. W osobnikach dwu- i kilkujądrowych, a wreszcie wielojądrowych, są one stosunkowo mniejsze; w osobnikach wielojądrowych jądra leżą zawsze bliżej jednego brzegu komórki, a gdy ich jest więcej, są skupione grupami. Wielkość jądra jest zależna od wielu czynników, jak: wielkości pasorzyta, wielojądrowości jego, wreszcie od okresu rozwojowego, w jakim znajduje się.

Preparaty utrwalone i zabarwione hematoksyliną Delafield'a, Heidenhein'a, pikrokarminem, Giemzą, pozwalają na bliższe poznanie kształtów i struktury tych jąder. Z tych preparatów okazuje się, że kształt jąder rzadko jest ściśle kulisty, bądź owalny — zazwyczaj są one rozszerzone, jakby rozlane w jedną, lub w kilka stron; wewnątrz jądra, rzadko jednak w samym środku, znajduje się jąderko — karyosom.

Budowa szczegółowa jądra jest następująca. Jąderko przedstawia twój wielkości zmiennej i również zmiennego zabarwienia. Kształt jego również może z kulistego przechodzić w płaciasty (rys. 13). Zmiany te są związane ze wzrostem jąderka, z gromadzeniem się w nim i ubywaniem chromatyny i wogóle z procesami fizyologicznymi, jakie w nim zachodzą.

W jąderku, będącym w stadium wegetatywnem życia, można wyraźnie rozróżnić substancję, barwiącą się słabiej hematoksyliną Heidenhein'a, a na kolor różowy Delafield'owską odkwaszaną. Stanowi ona ogólne podłoże dla jąderka (nukleina? Hertwig 1898, 1902, Moroff 1903), w którym zawieszona są grudki i płyty chromatynowe. Grudki te i płyty są różnej wielkości i różnych kształtów — czasami mają postać zbitych ziarn, zbliżonych do siebie wielkością, czasami jakgdyby różnokształtnych blaszek — zawsze umieszczone są na obwodzie jąderka

i ilość ich, najczęściej obserwowana, jest 4—5. Grudki te barwią się na czarno hem. Heidenhein'a i na ciemno-karminowo hem. Delafield'a (rys. 5) kwaśną. Na preparatach Heidenhein'owskich słabo zróżnicowanych tworzą one razem jakby pierścien na obwodzie jąderka; na tychże preparatach w środku jąderka, pomiędzy ziarnami zawsze da się zauważyć jakby wodniczka. Jest to subst. podłoża, która barwi się słabo. Na preparatach dobrych ta pseudowodniczka występuje wyraźniej i wtedy okazuje się jej istotny charakter. Część okołojąderkowa jądra, otaczająca jądro szeroką warstwą, wykazuje wyraźnie obecność siatki achromatynowej (linina) i zawieszonych na jej węzłach, tudzież nieraz na niej samej ziarn i smug chromatynowych. Pod względem charakteru siatki achromatynowej i układu na niej chromatyny można odróżnić kilka rodzajów jąder. U jednych siatka występuje pod postacią licznych celek, kształtu mniej więcej prostokątnego, regularnych — tuż koło samego jąderka celki te są mniejsze i słabiej barwią się; barwi się tu również słabiej zawarty w nich sok jądrowy i same nitki (rys. 5—8); w rezultacie tworzy się dookoła jąderka jaśniejsza obwódka. Chromatyna na siatce tej zawieszona jest tylko na węzłach w postaci niewielkich ziarenek. W innych jądrach oczka siatki są większe i mniej regularne, wreszcie bardzo często występują jądra, w których oczka siatki achromatynowej są na przekroju koliste; otrzymuje się wrażenie, jakoby budowa tej części jądra była piankowata, złożona z mniejszych i większych słabo barwiących się oczek. W tych jądrach chromatyna pozająderkowa jest obfitsza i występuje pod postacią smug, zappełniających przestrzenie między piankami. Na zasadzie obrazów tu otrzymanych trzebaby uznać budowę jądra jako piankowatą; jąderko byłoby tworem, zawieszonym wśród pianki. Obrazy jąder o siatkach prostokątnych można wytłomaczyć jedynie w ten sposób, iż tutaj substancji chromatynowej pozająderkowej jest mało, a natomiast obfita jest ilość substancji achromatynowej; wskutek tego oczek jest więcej i oczka te, wskutek wzajemnego na siebie ciśnienia, zmieniły kształt swój na sześciiany i pryzmaty. Różnica między strukturą obu jąder polegać może jedynie na stopniu przemian fizyologicznych, jakie w tych jądrach zachodzą.

Osłonki specjalnej jądro *Amoebidium* nie posiada; odgraniczone ono jednak jest wyraźnie od plazmy z jednej strony wskutek tego, iż plazma dookoła niego jest mocniej skupiona i tworzy

na żywym ciemniejszą warstwę, a na utrwalonym ciemniej barwiącą się, a z drugiej strony wskutek tego, iż linie brzeżne siatki achromatynowej wraz z chromatyną stanowią naturalną granicę jądra. Podobna struktura warstwy granicznej między jądrem i protoplazmą występuje u wielu innych *Protozoa*; zgodnie z tem również Awerinzew utrzymuje (1907), iż wszystkie *Rhizopoda* słodkowodne posiadają dwie osłonki: jedną z protoplazmy, drugą z nitek siatki achromatynowej. W rezultacie jądro *Amoebidium parasit.* jest jądrem pęcherzykowatym, bez osłonki, z wyraźnym jąderkiem, z regularną siatką achromatynową w części okołojąderkowej i z licznymi zawieszynami chromatynowymi na węzłach i na nitkach siatki.

Jądro takie spotykamy u niewielu pierwotniaków z *Plasmodroma*. Częste są coprawda jądra pęcherzykowate z wyraźnym karyosomem w środku (*Coccidia*, *Neosporidia* liczne, *Gregarinae* i t. d.), jednakże zazwyczaj część okołojąderkowa nie jest tak wysoko uorganizowana, jak to ma miejsce u *Amoebidium*. Bliższymi są jądra u wielu *Flagellata*, np. *Haemoproteus noctuae* (Schaudinn 1903). U *Coccidia* również spotykamy jądra podobnie uorganizowane, np. u *Coccidium Schubergi* (Schaudinn 1899).

Śród *Rhizopoda* ameby niższe, jak np. *Amoeba limax* i jej pokrewne, albo zupełnie nie posiadają wyraźnej siatki achromatynowej i chromatyny w części okołojąderkowej, albo posiadają w tej części zaledwie rozsianą chromatynę w postaci ziarn (Vahlkampff 1904, Nägler 1909, Wenyon 1907).

Uorganizowanie chromatyny w sposób, zbliżony do tego, jaki występuje u *Amoebidium*, znajdujemy zaledwie u niewielu *Rhizopoda*; a mianowicie w jądрах: *Amoeba crystalligera* (Schaudinn 1894), *Paramoeba Eilhardi* (Schaudinn 1894): *Foraminifera* — *Chlamydothryx stercorea* (Schaudinn 1903), również u *Amoeba vespertilio* (Doflein 1907), u *Heliozoa* — *Collozoum inerme* (Brandt 1902). U wymienionych *Rhizopoda* stosunki są podobne o tyle, iż występuje tu uorganizowana chromatyna, w części okołojąderkowej i jąderko wyraźne w środku jądra.

Podział jądra.

Wzrost woreczka *Amoebidium*, a co za tem idzie podział jąder, wreszcie schizogonia, odbywają się w bardzo szybkim tempie.

W ciągu 24 godzin może przebiec cały proces podziału na młode osobniki i również w ciągu tego okresu kilkakrotny podział jąder. W pewnych stadiach, szczególnie u osobników młodych, opuszczających cystę, podział jąder odbywa się jeszcze szybciej.

Podział bywa kilka rodzajów. Ta wielopostaciowość związana jest z pewnymi różnicami w szybkości wzrostu jądra i komórki.

Najczęstszy przebiega w następujący sposób.

Podział rozpoczyna się od jąderka. Dzieli się ono na dwa nowe, równej albo prawie równej wielkości, albo też pączkuje wydając nowe kilku razy mniejsze; to mniejsze jąderko wkrótce dorasta wielkości normalnej. Częstsze jest pączkowanie.

Pierwszym zwiastunem zbliżającego się podziału, czy to pączkowania jąderka, jest pojawienie się w centralnej podstawowej części jego silnie barwiącej się nitki, zakończonej dwoma ziarnami chromatynowymi. Nitka ta przebiega przez sam środek owej pseudo-wodniczki, a kończące ją ziarna opierają się o dwa przeciwległe brzegi jąderka (rys. 6).

W ciągu dalszego przebiegu podziału nitka ta wydłuża się, a kończące ją ziarna chromatynowe rozchodzą się. Równocześnie grudki chromatyny jąderkowej skupiają się: jedna część przy jednym, a część druga przy drugim końcu nitki i idą każda za swym ziarnem. Substancja podłoża wytwarza szeroką smugę, łączącą obie rozchodzące się połowy, czy części jąderka. Mamy więc tutaj opisywane przez wielu autorów dwie „centriole“ (w rozumieniu Hartmann'a, Provaszka 1907 i innych) i łączącą ją *centrodesmozę* („centralspindel“ podł. Lauterborn'a; „Axenstäbchen“ podł. Blochmann'a 1894). Początkowo oba centriole są blisko jeden drugiego, połączone krótką centrodesmosą — to jest najwcześniejsze stadium aparatu centriolarnego, które obserwowałem. Podczas tego stadium grudki chromatyny jąderkowej są jeszcze w spokoju i nie wykazują żadnego przygotowania do rozchodzenia się. W wielu takich samych jąderkach nie można znaleźć ani figury centriolarniej, ani też jednego ziarna centralnego niepodzielonego. Jednakowoż zdaje się, iż jest to rzecz pewna, że stadem dwu centrioli musi być poprzedzone przez stadium jednego i jego podział. Inna jest kwestya, czy owa początkowa centriola jest częścią stałą jąderka, będącą w nim zawsze, czy też powstaje okresowo przed podziałem. Za drugim przy-

puszczeniem zdaje się przemawiać ta okoliczność, iż, gdyby była ona częścią stałą, musiałaby być widoczna na jasnym tle substancji podstawowej.

Z autorów zajmujących się sprawą centrioli w jądrach pierwotniaków wielu podaje, iż widzieli jedną centriolę albo jej podział. Np. jedną centriolę niepodzieloną widzieli między innymi: Hartmann u *Entamoeba tetragena* i *Entamoeba histolitica* (1909), Zunelzer u *Wagnerella borealis* (1909), Moroff u wielu ze swych *Aggregata* (1908), Rosenbusch u *Haemoproteus* (1909) i inni. Bensen u *Trichomonas intestinalis* widział (1909) podział centrioli. Autorowie ci po większej części są zdania, iż centriola jest organem stałym.

Muszę tu kilka słów poświęcić jeszcze samemu terminowi „centriola“. Używam go dla oznaczenia utworu, który tym imieniem oznaczają Hartmann, (1907) Provaszek i inni, nie przesądzając tym jednak ani znaczenia tej „centrioli“, ani stosunku do „centrioli“ Boveri'ego (1901): omówienie tej kwestyi pozostawiam na później.

Podczas podziału jąderka na dwie części równe, bądź mniej więcej równe, rozmieszczanie się chromatyny przebiega w taki sposób, iż około każdej centrioli gromadzi się po 2 albo więcej ziarn, albo płytek chromatynowych — czasami wytwarzają się dwa lite półksiężyce, połączone końcami rogów i centrodesmosą. Mamy więc tutaj tak zwane dwie „płytki biegunowe“ — „Polplatten“ (Vahlkampff 1904). Ilość chromatyny w rozchodzących się częściach wzrasta szybko i równocześnie następuje zaokrąglenie każdej części. W nowych jąderkach trudno jest odszukać centriole; wkrótce jedynie wytwarza się w każdym z nich wodniczka. Jąderka, zaokrąglone już, szybko rozchodzą się i jako ślad przemian, którym podlegały, pozostaje dłuższy czas widoczna centrodesmosa i czasami smuga substancji podstawowej; weszcie centrodesmosa urywa się w środku i wkrótce połączenie między nowymi jąderkami zanika.

Tak odbywa się podział jąderka w tym przypadku, gdy obie części pochodne są mniej więcej równe. O stwierdzeniu równości ich zresztą nie można mówić, gdyż grudki chromatyny, które wchodzą w ich skład, są różne swą wielkością.

Jak wyżej zaznaczyłem, częstszym znacznie, niż podział jąderka na równe, bądź mniej więcej równe części, jest wyraźne

pączkowanie jego, t. j. odszczepianie się od jąderka macierzystego, młodego, znacznie od niego mniejszych rozmiarów. Preparaty moje uzewnętrzniają z tego procesu następujące szczegóły. Pączkowaniu takiemu zdają się podlegać jąderka, zawierające na obwodzie swym 5 grudek chromatynowych (rys. 7). Z nich jedna odszczepia się, wychodząc zlekka po za obręb jąderka. Z czasem usuwa się ona coraz więcej, a pomostem między nią i pozostałymi 4-ma grudkami jest subst. podstawowa, rozciągająca się między nimi (rys. 8). Gdy nowe jąderko odsunęło się już na dość znaczną odległość, pomost z substancji podstawowej zanika, obydwa jąderka stają się mocno chromatynowe i między nimi uzewnętrznia się wyraźnie centrodosmoza (rys. 9). Czasami w podobny sposób odłączają się od 5-u grudek — 2.

Pączkowanie to przebiega w zasadzie w sposób, zupełnie równoległy do tego który wyżej opisałem jako podział; w gruncie i co do istoty samej różnica jest tu niewielka jeżeli się weźmie pod uwagę, iż w „podziale“ owym niemożliwą jest rzeczą zadecydować, kiedy jest on istotnie podziałem na dwie części równe, a kiedy pączkowaniem. Tam jednak udało mi się stwierdzić z całą pewnością obecność centrodosmozy i centrioli od najwcześniejszych prawie stadyów — tutaj centrodosmosa występuje dopiero pod sam koniec procesu. Sądzę jednak, iż brak jej w stadyach odpowiadających opisanym poprzednio można jedynie tłumaczyć niedokładnością obrazów.

W rezultacie więc trzeba przyjąć, iż: podział jąderka zapoczątkowuje centriola, co do której pozostaje zagadnieniem nierozstrzygniętym, czy jest ona częścią stałą, czy występującą okresowo. Centriola dzieli się na dwie części i wytwarza dwie nowe centriole, które się rozchodzą; między nimi powstaje nitka — centrodosmoza. Rozchodzące się centriole powodują rozciąganie się całego jąderka: więc substancji podstawowej, która tworzy smugę między dwoma nowymi jąderkami i substancji chromatynowej, której część grudek, od $\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{5}$ i mniej, odszczepia się, przechodząc do nowego jąderka. W pierwszym przypadku jest to podział na dwa równe jąderka, w następnych — pączkowanie.

Jądro o dwu jąderkach może się podzielić na dwa jądra przez

szybkie jak gdyby rozcięcie na dwa, a czasem przez przewężenie; przyczem jądro nie rozciąga się, jak to ma miejsce w typowej amitozie, lecz zjawia się wcięcie, które zagłębia się ryńienkowato i dzieli jądro macierzyste (rys. 11). Jeszcze przed podziałem jądra, albo podczas niego, jąderka rosną i obydwa dosięgają mniej więcej jednakowych, normalnych rozmiarów. Dwa nowe jądra są zazwyczaj też równej wielkości, albo różnica między nimi jest bardzo nieznaczna. Podczas tych wszystkich procesów część okołojąderkowa jądra t. j. siatka achromatynowa i chromatyna na niej zawieszona, nie doznają żadnych zmian. W chwili ostatecznego podziału jądra część ta rozszczepia się wprost na dwie części.

Często bardzo zachodzi u *Amoebidium* również „podział wielocząstkowy“ (Siedlecki 1898), „multiple Kernteilung“ (Schaudinn 1895, 1899), „division multiple“.

Wtedy po wytworzeniu się dwu jąderek nie następuje od razu podział jądra, a którekolwiek z tych dwu, mniejsze, bądź większe, albo też oba dzielą się w opisany sposób raz jeszcze. W rezultacie w jądrze zjawia się 3—5 jąderek (rys. 9, 10) i wtedy jądro, znowu przez zwykłe rozszczepienie, rozpada się na tyleż jąder potomnych, Podczas tego „multiple Kernteilung“, gdy ilość jąderek jest znaczna, daje się zauważyć pewne zmniejszenie ilości pianek okołojąderkowych i skupianie się chromatyny w mniejszej ilości punktach. Podział więc jądra u *Amoebidium* odbywa się albo drogą rozszczepienia starego jądra na dwa, albo od razu na kilka nowych. W pierwszym przypadku mamy zwyczajny podział, w drugim t. zw. podział wielocząstkowy. Pierwszy odbywa się po uprzednim podzieleniu się jąderka na dwie części, drugi po wytworzeniu w jądrze kilku jąderek.

W ostatnich czasach wielu autorów opisało u pewnych pierwotniaków podziały jąder bardzo zbliżone w ogólnym swym przebiegu i w wielu szczegółach do stosunków, zachodzących u *Amoebidium*.

Podział zbliżony do tegoż u *Amoeb.* znajdujemy u: *Euglena viridis* (Blochman 1895, Keuten 1895), *Haemoproteus noctuae* (Schaudinn 1903b), *Amoeba crystalligera* (Schaudinn 1894), *Plasmodrophora brassicae* (Provazek 1905), *Entamoeba buccalis* (Provazek 1897), *Am. limax* (Vahl-

kampf 1904), *Entosiphon* (Provazek 1904), *Entamoeba muris* (Wenyon 1907), *Oxyrrhis marina* (Keysselitz 1908), *Amoeba blattae* (Mercier 1908 i 1909), *Amoeba terricola* (Grosse-Allermann 1909), u *Trichomonas intestinalis* (Bensen 1909), u wielu *Flagellata* (Berliner 1909), u *Adelea ovata* (Jollos 1909) i innych *Coccidia*, a wreszcie u wielu drobnych ameb. (Nägler 1909).

Spis ten obejmuje większość pierwotniaków, u których podział jądra zapoczątkowuje jąderko, dzielące się samodzielnie na dwa, przyczem albo znalezione zostały centriole, albo centrodesmoza, albo wyraźna smuga centriolarna między jąderkami, albo wreszcie cała figura centriolarna. Obrazy u wielu autorów są nieraz zupełnie identyczne z mojami.

W szczególności Jollos u *Adelea ovata* (1909) przedstawia zjawiska bardzo zbliżone. U *Coccidium* tego, w swoim czasie tak wyczerpująco opracowanego przez Siedleckiego (1899), podział jądra zapoczątkowuje również jąderko, a w jąderku centriola w sposób zupełnie podobny do stosunków u *Amoebidium*; występuje tu również smuga substancji podstawowej. Niektóre figury u Jollos'a są prawie takież, jak moje. Różnica głównie polega na tem, iż w moich przypadkach są uwzględnione bliżej jeszcze te procesy, jakie zachodzą w samej chromatynie jąderka, tudzież podanych jest kilka nowych szczegółów, dotyczących układu i rozdziału chromatyny podczas pączkowania i podziału. Mianowicie chromatyna jąderka podczas podziału rozdziela się w taki sposób, iż wprost jedna albo kilka z grudek, tworzących ją odszczepia się bez wszelkiego usystematyzowania albo jakiegokolwiek karyokinezy i przechodzi do nowego jąderka. To proste rozszczepienie się tej chromatyny odpowiada najzupełniej jej charakterowi jako chromatyny wyłącznie wegetatywnej.

Oprócz sposobu podziału opisanego przez Jollos'a, wiele innych również blisko bardzo stoi do podziału jądra *Amoebidium*. Cały szereg z nich jednak posiada równocześnie cechy znacznie odmienne. Dotyczy to w szczególności podziałów u wielu niższych ameb i u pewnych wiciowców. U organizmów tych występują wszędzie figury, szczególnie w początkowych stadyach podziału, zupełnie prawie identyczne z mojami, identyczne, o ile dotyczą samego jąderka i centrioli — różnica występuje w spo-

sobie zachowania się w tych jądrach części okołojąderkowej, a w szczególności znajdującej się tam chromatyny. Podczas podziału tych jąder oprócz centrioli, centrodosmozy i dwu „Polkörpern“ (płytek biegunowych), występuje jeszcze płytka równikowa „Aequatorialplatte“. Powstanie płytki tej tłumaczą autorowie opisujący ją (Vahlkampff 1904 i inni) w taki sposób: Podczas rozciągania się karyosomu chromatyna części okołojąderkowej skupia się dokoła obu płytek biegunowych. Gdy następnie centriole się rozejdą, chromatyna ta powraca od biegunów ku równikowi jądra, wzdłuż „achromatischen Zwischenband“. Tutaj chromatyna wytwarza płytkę równikową z ziarenek; płytka ta dzieli się na dwie, które powracają ku biegunom. Wszystkie te postacie płytek i ziarenek i cały wogóle proces opisany występuje pod formą bardzo nieuchwytną. Opisałi go Vahlkampff u *Amoeba limax* (1904), Provazek u *Plasmodiophora brassicae* (1905), Provazek u *Eatamoeba buccalis* (1907), Hartmann u *Entamoeba tetragena* (1908), Nägler u *Am. froeschi*, *Am. lacertae* i innych (1909), Berliner u wiciowca *Copromonas subtilis* (1909), Rosenbusch u *Haemoproteus*, *Trypanosoma lewisi* i innych (1909), również Jollos u *Adelea ovata* (1909).

Nie podobnego nie zachodzi u *Amoebidium*. Tutaj chromatyna części okołojąderkowej nie podlega żadnym przemianom i nie wytwarza żadnych figur karyokinetycznych. Różnica między temi dwoma typami podziałów jest więc duża. Dużą też jest co prawda różnica budowy części okołojąderkowej *Amoebidium* i wymienionych pierwotniaków. Tutaj ma ona wyraźną strukturę, tam wszędzie siatki achromatynowej w części okołojąderkowej niema, a chromatyna jest w postaci ziarn, liczniej bądź mniej licznie rozsianych.

Do typu podziałów, które odbywają się w sposób, ściślej zbliżony do zachodzącego u *Amoebidium*, t. j. w których proces zapoczątkowuje jąderko i dzieli się samo na dwa, a część okołojąderkowa zachowuje się biernie, należy podział jądra u *Amoeba crystalligera* (Schaudinn 1894) i do pewnego stopnia u *Oxyrrhis marina* (Kessellitz 1908). Oba wymienione przykłady różnią się od opisanego przezemie tem, iż tu przewężenie części okołojąderkowej następuje prawie równocześnie z podziałem jąderka i odbywa się więcej na wzór typowej amitozy.

W typach podziałów wymienionych wyżej występuje płytka ekwatoryalna, czasami nawet da się stwierdzić obecność chromosomów, zjawiają się dwie płytki potomne, w rezultacie mamy rozszczepienie chromatyny generatywnej na dwie równe części, czyli karyokinezę. Proces więc ten autorowie opisujący go nazywać mogą mitozą czy promitozą (Nägler (1909)). U *Aboemidium*, tudzież w jądrach *Am. crystalligera* i *Oxyrrhis marina* gwiazdy równikowej ani potomnych niema: nie mamy więc tu do czynienia z mitozą, lecz amitozą; jest ona jednak o tyle różna od typowej, iż podział nie jest uprostem przewężeniem jądra, a w grę wchodzi czynniki normujące go i systematyzujące. Tak czy inaczej jest to *amitoza s. lato*, *amitoza z figura centriolarną*.

W podziale jądra *Amoebidium* częste jest, jakem to wyżej omówił, pączkowanie jąderka. Odbywa się to pączkowanie w sposób nie różniący się zasadniczo od podziału jąderka. W literaturze niema bliżej opisanych podobnych przypadków. Schaudinn opisał pączkowanie całego jądra u *Haemoproteus noctuae*; pączkowanie to, inaczej podział heteropolarny jądra, rozpoczyna również centriola, która dzieli się na dwie; chromatyna okołojąderkowa wytwarza jednak chromozomy.

* * *

Termin „multiple Kernteilung“, „podział wieloczęściowy“ wprowadzony został do nauki przez Schaudinn'a, który pierwszy opisał liczne, równoczesne produkowanie nowych jąder przez stare u *Calcituba polymorpha* (1895). W latach następnym bliżej opracowali ten rodzaj podziału u *Coccidia* Schaudinn i Siedlecki (1897) i Siedlecki (1898). Potem wielu autorów opisywało rozmaite rodzaje tego „multiple Kernteilung“ u niższych pierwotniaków; np. Schaudinn u *Eimeria Schubergii* (1900), Caullery i Mesnil u *Gregaryn* (1900), Schubotz u *Amoeba blattae* (1905), u tegoż pierwotniaka Mercier (1909), Zuelzer u *Wagnerella borealis* (1909) i t. d. W ostatnich czasach Hartmann (1909) dał przegląd krytyczny większości tych opisów, oświetlając je z punktu widzenia swej teorii, orzekającej, iż każde nowe jądro u pierwotniaków może się tworzyć tylko drogą mitozy, nawet jądra powstałe przy udziale t. zw. chromidiów.

Również wielocząstkowy podział jądra musi mieć podług

Hartmann'a u swej podstawy karyokinezę, choćby prymitywną. Pogląd ten opiera Hartmann na wynikach kilku prac swoich oraz innych autorów, którzy rzeczywiście wykazali karyokinezę uproszczoną podczas „multiple Kernteilung“ u pewnych pierwotniaków.

Przeciwko jednak pogładowi Hartmann'a, uogólniającemu szeroko rzecz, przemawiają wyniki badań innych autorów, którzy wykazują, iż jąderka pochodne mogą się tworzyć i przez rozchodzenie się chromatyny jąderka macierzystego. W szczególności wielu badaczy wykazuje, iż powstawanie jąder mikrogametów, przechodzących przez stadya t. zw. „generatywnych chromidiów“, będących podług Hartmann'a również produktami karyokinezy, nie wspólnego z karyokinezą niema i że chromidia powstają tu drogą prostego rozpadu jądra (Awerincew u *Barrouxia ornata* 1909).

Przeciwko poglądom Hartmann'a przemawia również opisany przezemnie podział jądra u *Amoebidium*. Cechą wyróżniającą go wśród innych jest podział przez przewężenie części okołojąderkowej, zawierającej stale chromatynę. Większość autorów, opisujących podział wielocząstkowy, podaje, iż nowe jądra wydostają się po rozpuszczeniu się łączących je części starego, przyczem chromatyna okołojąderkowa, o ile jest w jądrze macierzystym, skupia się w jąderku. (Schaudinn u *Calcituba polymorpha* i u *Entamoeba coli*, Jollos u *Adelea ovata* i inni).

* * *

Oprócz amitozy z figurą centriolarną, zachodzi u *Amoebidium* w pewnych warunkach podział wyraźnie mitotyczny, t. j. wytwarzają się chromosomy i chromatyna generatywna jądra zostaje w taki sposób podzielona wyraźnie na dwie części. Naturalnie, mitoza tu nie jest tak doskonała jak to widzimy u tkankowców a jest pod pewnemi względami mitozą uproszczoną. Trudno określić, czem uwarunkowane jest pojawienie się podziału czysto mitotycznego. Występuje on często w osobnikach dużych o dużych jądrach; często znowu wśród kilkudziesięciu schizontów 1—2 jądrowych, złączonych jeszcze razem wspólną osłonką macierzystą, te i owe dzielą swe jądra mitotycznie, podczas gdy wszystkie inne — podług typu amitozy. Osobniki o mitotycznie dzielących się jądrach, nie różnią się niczem od pozostałych i los rozwo-

jowy ich jest taki sam, jak wszystkich innych. Jedną okoliczność da się jednak zaobserwować: często, wśród grupy schizontów siostrzanych większość posiada już po dwa jądra podczas gdy niektóre są jeszcze 1-jądrowe. Otóż wtedy zazwyczaj te jednojądrowe dzielą się mitotycznie. Zdaje się, że ta okoliczność daje pewne wyjaśnienie temu faktowi. Jądra, które się dzielą szybko, dzielą się w sposób uproszczony — na mitozę potrzeba więcej czasu; w mitotyczny też sposób dzielą się jądra zapóźnione. Jądra, mające się dzielić mitotycznie, różnią się już na długo przed podziałem od jąder większości; różni się mianowicie ich część okołojąderekowa, w której ilość chromatyny na siatce achromatynowej znacznie się zwiększa; chromatyna ta tworzy tutaj smugi i nitki, nie tylko na węzłach, ale i na samych nitkach siatki. Ilość tej chromatyny zwiększa się stale; równocześnie następuje ukształtowanie jej w jednakowej wielkości i grubości nitki, które układają się na nitkach siatki achromatynowej. Te chromatynowe nitki — przyszłe chromosomy, uwidoczniają się coraz więcej, podczas gdy łącząca je siatka achromatynowa blednie (rys. 12).

W tym samym czasie zachodzą ważne przemiany w jąderku. Pojawia się tam, znana nam już figura centriolarna, złożona z dwu centrioli, centrosomozy i smugi substancji podstawowej. Figura ta tak samo, jak poprzednio, rozciąga się, a wraz z nią substancja podstawowa; inaczej zaś zachowują się grudki chromatynowe. Grudki te rozchodzą się ze wspólnego środka (rys. 13), jakby się rozsypując — jąderko wskutek tego przyjmuje kształt wieloboczny, płaciasty; niektóre z nich widocznie odrywają się od pozostałych. Dalsze losy jąderka wykazują nam rys. 14—16. Centriole rozchodzą się coraz dalej, jednak chromatyny jąderkowej (płytek biegunowych) brak koło nich; natomiast, wśród rozluźnionych już chromozomów, widać wyraźnie kilka ciemno barwiących się ciałek: są to grudki chromatyny, które wywędrowały z jąderka. Dalszy rozwój centrioli i chromatyny jąderka jest mi nieznan: skupiające się chromosomy zasłaniają obraz. Że centriole i centrosomoza są jeszcze przez czas dłuższy obecne, wskazują preparaty, przedstawiające również karyokinezę, ale na których chromatyna jest nieco strącona. Śród chromozomów występuje układ przypominający gwiazdę macierzystą — tutaj już trudno jest odnaleźć centriole, centrosomozę i grudki chromatyny jąderkowej. Prawdopodobnie w pewnym stadium wszystkie te części

zostają rozpuszczone, a w każdym razie dwie ostatnie; natomiast powstaje uszeregowanie substancji achromatynowej w postać przypominającą nitki wrzecionka. Występuje tu również podczas podziału t. zw. „Zwischenkörper“, ciało silnie barwiące się między dwiema rozchodzącymi się gwiazdami. Podobnie opisuje Awerincew u *Gregariny* z jelita *Amphiporus* (1909) i wielu innych autorów. Jądra, powstałe z podziału mitotycznego są początkowo znacznie więcej skupione i silniej barwiące się, niż jądra powstałe z amitozy.

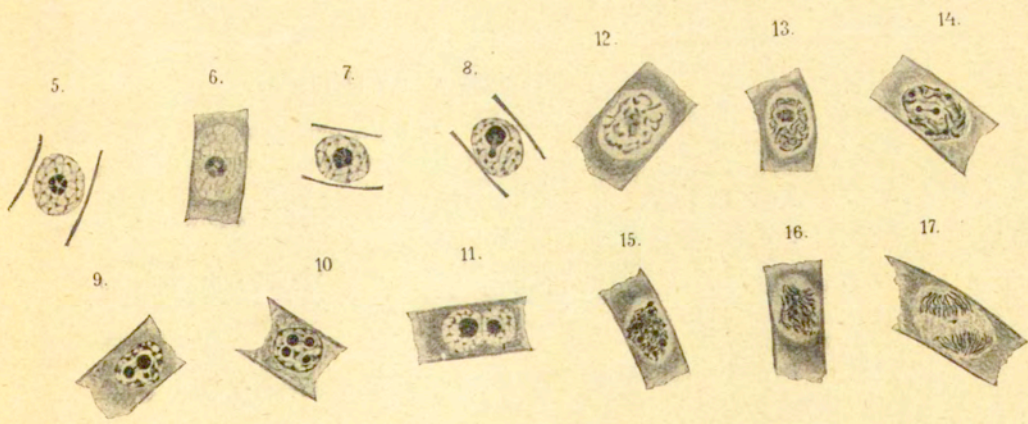
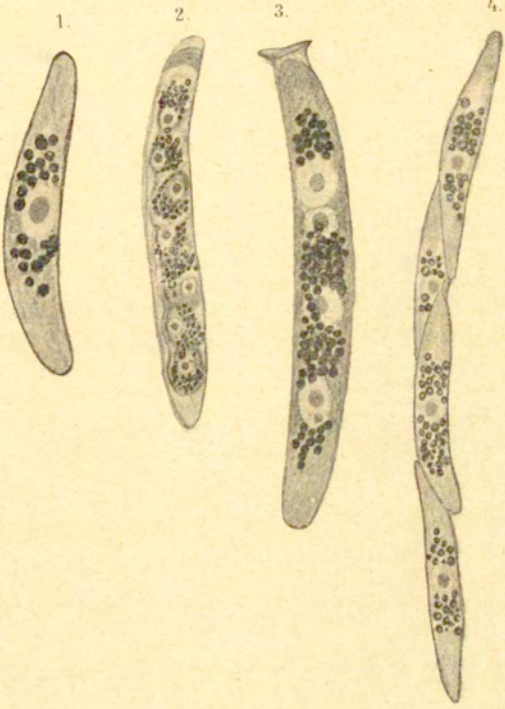
W literaturze protozoologicznej znajdujemy kilka przypadków mitozy zbliżonej.

Szczególniej podział jądra, opisany przez Keuten'a i Blochmana u *Euglena viridis* wykazuje pewne podobieństwo do podanej przezemnie mitozy u *Amoebidium*. U *Euglena* również podział zaczyna się od przewężenia jąderka, które wytwarza centrodesmozę i dwa nucleocentromy; następnie część okołojąderkowa, posiadająca budowę zbliżoną do *Amoebidium*, wytwarza chromozomy, które układają się w gwiazdę macierzystą i rozchodzą w sposób może nie tak prawidłowy, jak to ma miejsce u *Amoebidium*. Tu jednak, podczas tej mitozy, karyozom nie traci swej tropho-chromatyny. Ta ważna różnica wskazuje, iż podział u *Euglena* możemy uważać za pośredni między amitozą z centriolami i mitozą u *Amoebidium*. Podczas gdy w mitozie z centriolami i u *Euglena* jąderko nie wydała z siebie chromatyny wegetatywnej, w podziale mitotycznym u *Amoebidium* rzecz się ma odwrotnie; z drugiej strony, podczas gdy w amitozie u *Amoebidium* chromatyna generatywna nie wytwarza chromozomów, u *Euglena* i u *Amoebidium* w przypadkach mitozy chromozomy występują; u *Amoebidium* są one znacznie wyżej uorganizowane niż u *Euglena*. Podobnie rzecz się ma u *Haemoproteus noctuae*; tu, co prawda, podział jest heteropolarny (pączkowanie), jednak występuje również figura centriolarna i chromozomy. Układ chromozomów jest bardzo zbliżony do stosunków panujących u *Euglena*, a natomiast występuje rozpuszczanie się chromatyny w dzielącym się jąderku—cecha, która znów ten podział zbliża do podziału *Amoebidium*. Również u *Chlamydothrys stercorea* Schaudin (1903) opisał podział podobny; tu chromozomy nie występują jednak tak wyraźnie jak u *Amoebidium*.

Opisana „mitoza uproszczona“ u *Amoebidium* wykazuje kilka cech, które pozwalają mi już dzisiaj wysnuć pewne wnioski teoretyczne. Charakterystyczne są tu mianowicie przemiany, jakim ulega chromatyna jąderka. Gdy w amitozie chromatyna jąderka podczas jego podziału rozszczepia się i przechodzi do dwu nowych jąderek, tutaj znika ona, rozchodzi się wśród chromozomów, gdzie przez jakiś czas widoczna jest pod postacią ziarenek. Nie ulega więc wątpliwości, iż przez pewien czas karyozomu właściwego niema. W nowym jądrze karyozom zjawia się bardzo wcześnie, jednak początkowo jest ledwo dostrzegalny, jako plamka barwiąca się na różowo hematoksyliną Delafield'a; chromatyna jąderka została zużyta: na nowo tworzy się on tutaj z nowej.

Podobne przemiany w jądrze opisał kilku autorów. Siedlecki u *Caryotropha Mesnili* (1905) również podaje, iż podczas podziału jądra chromatyna z jąderka wydostaje się i rozchodzi się wśród chromatyny generatywnej. Siedlecki przypuszcza, że „chromatyna jąderka ma łatwość łączenia się ze zrębem chromatynowym jądra“. Autor ten opisuje również powstawanie nowego jąderka i mówi, że „powstaje on w chwili, kiedy rozpoczynają się wegetatywne funkcje“ komórki. Moje wyniki są zupełnie zgodne z wynikami poszukiwań w tym względzie u *Caryotropha Mesnili* Siedl. Do podobnych rezultatów doszli: Schaudinn u *Haemoproteus noctuae*, który twierdzi, iż chromatyna jąderka łączy się tu z chromozomami, a również Moroff u *Aggregata* (1908), przypuszczający, iż przerabia się ona tu „geradezu in Geschlechtschromatine“.

W zakończeniu poczuwam się do obowiązku złożenia serdecznego podziękowania Szanownemu P. Profesorowi Un. Jagiell. Dr. Antoniemu Wierzejskiemu, w którego pracowni wykonałem część tej pracy, za wielokrotne rady i wskazówki; P. Prof. Dr. Michałowi Siedleckiemu za cenną pomoc i wreszcie Prof. Dr. Z. Dmochowskiemu za udzielenie mi miejsca w pracowni Warszawskiego Tow. lekarskiego, będącej pod Jego zarządem.



Objaśnienia rysunków.

- Rys. 1. *Amoebidium parasiticum*. Osobnik jednojądrowy, który świeżo wydostał się z osłonki macierzystej. Zabarwiony za życia czerwienią obojętną.
- Rys. 2. Rozpadanie się osobnika wielojądrowego na ameby. Giemza.
- Rys. 3. Osobnik czterojądrowy, oderwany od nóżki *Daphnia*. Barwiony sposobem Giemzy.
- Rys. 4. Schizogonia. Giemza.
Wszystkie rysunki zrobione zapomocą imersyi apochromatycznej Zeiss'a $\frac{1,30}{2,00}$ i okularu kompensacyjnego № 8, aparatem rys. Abbé'ego. Utrwal: subl. z alkoh. i kw. octowym.

Amitoza u *Amoebidium parasiticum* Cienk.

- Rys. 5. Jąderko przed podziałem.
- Rys. 6. Najwcześniejsze stadium podziału: centrodesmoza i centriole wewnątrz jąderka.
- Rys. 7. Pączkowanie jąderka: odszczepienie się jednego ziarna chromatynowego.
- Rys. 8. Dalsze stadium pączkowania: widoczna smuga substancji podstawowej jąderka.
- Rys. 9. Podział wieloczęściowy; w dzielącym się jąderku widoczna jest centrodesmoza i smuga subst. podstawowej.
- Rys. 10. Podział wieloczęściowy.
- Rys. 11. Rozszczepianie się jądra na dwa.
Barwienie: Haematoxylina Heidenhaina. Utrwalenie, powiększenie i rysunek jak fig. 1—4.

Karyokineza uproszczona u *Amoebidium par.*

- Rys. 12. Wytwarzanie się chromosomów w części okołojąderkowej.
- Rys. 13. Wywędrowywanie chromatyny z jąderka; wewnątrz niego widoczna jest figura centriolarna.
- Rys. 14. Śród chromozomów widać grudki chromatyny jąderkowej; z jąderka pozostała tylko figura centriolarna.
- Rys. 15. Śród kłębka chromozomów widać grudki chromatyny jąderkowej; figury centriolarnej nieznac.
- Rys. 16. Rozchodzenie się chromozomów. Widoczne są resztki chromatyny jąderkowej.
- Rys. 17. Gwiazdy potomne. W środku „Zwischenkörper“ i ślady wrzeciona.
Barwienie: rys. 12 i 13 hematoks. Delafield'a odkwaszana; rys. 14 — 17, hem. Heidenhain'a. Pozostałe jak poprzednio.

Literatura.

1. 1907. Awerinzew: „Beiträge zur Kenntniss der Süßwasserrhizopoden“. Arch. f. Protistenk. VIII.
2. 1909. Tenze: „Studien über parasitische Protozoen IV“. Arch. f. Protistenk. XVIII.
3. 1909. Berliner E.: „Flagellaten Studien“. Arch. f. Protistenk. XV.
4. 1894. Blochmann F.: „Ueber die Kernteilung bei Euglena“ Biol. Centralbl. XIV.
5. 1901. Boveri: „Zellstudien IV. Ueber die Natur der Centrosomen“. Jena.
6. 1902. Brandt: „Beiträge zur Kenntniss der Colliden“. Arch. f. Protistenk. VI.
7. 1880 — 1882. Bütschli O.: „Sporozoa“ w Bronn'a „Klassen u. Ordnungen des Thierreichs“ I Abt. „Protozoa“.
8. 1900. Caullery et Mesnil: „Sur un mode particulier de division nucléaire chez les Gregarines“. Arch. d'anat. microsc. t. II—III.
9. 1905. Caullery et Mesnil: „Recherches sur les Haplosporidies“. Arch. de Zool. exper. et génér., t. IV.
10. 1861. Cienkowski L.: „Ueber parasitische Schläuche auf Crustaceen“. Bot. Zeitung XIX, p. 169 — 174.
11. 1907. Doflein: „Studien zur Naturgeschichte der Protozoen: V. Amoebenstudien“. Arch. f. Protistenk. Suppl. I.
12. 1906. Goldschmidt R. u. Popoff M.: „Die Karyokinese der Protozoen und die Chromidialapparat der Protozoen und Metazoen“. Arch. f. Protistk. VIII.
13. 1909. Grosse — Allermann: „Studien über Amoeba terricola“. Arch. f. Protistk. XVII.
14. 1910. Guilliermond: „A propos des corpuscules métachromatiques“. Arch. f. Protistk.
15. 1907. Hartmann: „Das System der Protozoen“. Arch. f. Protistk. X.
16. 1909. Hartmann M.: „Polyenergide Kerne. Studien über multiple Kernteilung und generative Chromidien bei Protozoen“. Biol. Centralblatt 29.
17. 1909. Hartmann M.: „Untersuchungen über parasitische Amoeben. I Entamoeba histolytica“. Arch. f. Protistk. XVIII.
18. 1907. Hartmann M. u. Provazek S.: „Blepharoplast, Caryosom und Centrosom“. Arch. f. Protistk. X.
19. 1898. Hertwig R.: „Ueber Kerntheilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von Actinosphaerium Eichhorni“. Abh. d. k. bayr. Akad. d. wiss. Bd. 19.
20. 1902. Hertwig R.: „Die Protozoen u. die Zelltheorie“. Arch. f. Protistk. I.
21. 1909. Jollos V.: „Multiple teilung und Reduktion bei Adelea ovata Sch.“ Arch. f. Protistk. 15.
22. 1895. Keuten J.: „Die Kernteilung von Euglena viridis Ehrb.“ Inaugural-Dissertation. Leipzig.

23. 1908. Keysselitz G.: „Studien über Protozoen“. Arch. f. Protistk. XI.
24. 1899. Labbé: „Sporozoa“. Das Tierreich. Lief 5.
25. 1908. Mercier L.: „La schizogonie simple chez *Amoeba blattae*“. Comptes rend. de l'Acad. des Sc. Paris. Seance du 4 mai 1908.
26. 1909. Mercier L.: „Le cycle évolutif d'*Amoeba blattae* B.“ Arch. f. Protistk. XVI.
27. 1904. Meyer Arthur: „Orientierende Untersuchungen über Verbreiterung, Morphologie, und Chemie des Volutins“. Bot. Zeitung f. 62.
28. 1908. Meroff Theodor: „Die bei den Cephalopoden vorkommenden Aggregataarten als Grundlage eines kritischen Studie über die physiologie des Zellkerns“. Arch. f. Protistk. XI.
29. 1909. Nägler Kurt: „Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben“. Arch. f. Protistk. XV.
30. 1904. Provažek: „Die Kernteilung von *Entosiphon*“. Arch. f. Protist. II.
31. 1905. Tenze: „Ueber den Erreger der Kohlhernie, *Plasmodiophora brassicae*“. Arbeit. aus den. Kaiser. Gesundheitsam. Bd. 22.
32. 1907. Provažek S: „*Entamoeba buccalis*“. Arb. a d. Kaiserl. Gesundheitsamte.
33. 1903. Ray Lankester: „A treatise on Zoology“.
34. 1909. Rosenbusch: „*Trypanosoma* - Studien“. Arch. f. Protistk. XV.
35. 1894. Schaudinn Fr.: „Ueber Kernteilung mit nachfolgender Körperteilung bei *Amoeba crystalligera*“. Sitz-Ber. d. Kgl. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin. B. 38.
36. 1895. Tenze: „Untersuchungen an Foraminiferen. I *Calcituba polymorpha*“. Zeitsch. f. wissensch. Zool. f. 59.
37. 1896. Tenze: „Ueber den Zeugungskreis von *Paramoeba Eilhardi* nov. gen. nov. sp.“ Sitz-Ber. d. Kgl. peus. Akad. d. Wiss. zu Berlin.
38. 1899. Tenze: „Untersuchungen über der Generations- wechsel bei Coccidien“. Zool. Jahrb. Ab. f. Anat. u Ontog. B. XIII.
39. 1903 a. Tenze: „Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden“. Arb. a d. Kais. Gesundkertsam. 19 t.
40. 1903 b. Tenze: *cytowane podług Dofleina* „Lehrbuch der Protozoenkunde 1909.
41. 1897. Schaudinn Fr. u. Siedlecki M.: „Beiträge zur Kenntniss der Coccidien“. Verh. d. Deutsch. Zool. Gesellsch.
42. 1897. Schröder J. w podręczniku Engler'a: „Die natürlichen Pflanzenfamilien“, cz. I.
43. 1905. Schubotz H. „Beiträge zur Kenntnis der *Amoeba blattae* u. *Am. proteus*“. Arch. f. Protistk. VI.
44. 1898. Siedlecki M. „Étude cytologique et cycle évolutif de la Coccidie de la Seiche“. Annales de l'inst. Pasteur t. XII.
45. 1899. Tenze: „Étude cytologique et cycle évolutif de *Adelea ovata* Sch.“ Annales d'inst. Pasteur. Paris, t. XIII.
46. 1902. Tenze: „Cycle évolutif de la *Caryotropha mesnili*“. Anz. d. Akad. d. Wiss. in Krakau.
47. 1905. Tenze: „Ueber die Bedeutung des Caryosoms“. Bull. de l'Ac. des Sc. de Cracovie.

48. 1904. Vahlkampf E.: „Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von *Amoeba limax* etc.“ Arch. f. Protstk. Bd. 5.
49. 1907. Wenyon: „Observations on the Protozoa in the Intestine of Mice“. Arch. f. Protistk. Suppl. I.
50. 1909. Zuelzer M.: „Bau u. Entwicklung von *Wagnerella borealis*“. Arch. f. Protistenk. II.

RÉSUMÉ.

M-r Henryk Raabe:

***Amoebidium parasiticum* Cienk.**

I PARTIE.

Noyau, sa structure et sa division.

Communication annoncée 24. II. 1911.

Présentée par M-r J. Tur.

Amoebidium parasiticum est un organisme monocellulaire qui s'installe comme un ectoparasite sur les pattes, les antennes et même sur le carapace de divers Crustacés et parfois sur le corps d'autres invertébrés aquatiques. Il a la forme d'un sachet allongé (fig. 1—4) et il s'attache par une de ses extrémités à la surface de son hôte. Dans son plasma on constate la présence des globules miroitantes, qui remplissent parfois tout l'intérieur de la cellule et qui représentent les corpuscules metachromatiques. L'individu uninucléaire s'accroît très vite et en même temps la quantité de ses noyaux augmente. A un moment donné l'individu se divise par la voie de schizogonie en autant d'*Amoebidiums* uninucléées distincts, qu'il y a en des noyaux. Il existe encore un autre type de reproduction. A un moment donné le contenu du sachet plurinucléaire se divise en amibes qui en sortent après avoir déchiré la membrane maternelle. Ces amibes s'enkystent après 10—15 minutes. Quelques jours après des individus uninucléaires s'en échappent et recommencent la vie parasitaire. Dans le travail présent j'essaierai de rendre compte des mes recherches sur le noyau de cet organisme.

Le noyau d'*Amoebidium* a une structure vésiculaire typique; au milieu du noyau se trouve le nucléole-karyosome. Dans ce dernier on peut distinguer une substance fondamentale (nucléine?) ou sont suspendues les granulations et les lames de chromatine (fig. 5—6).

La partie périnucléaire présente clairement un réseau d'achromatine; les noeuds et parfois les filaments sont couverts de granulations et de stries du chromatine. Le noyau d'*Amoebidium* n'est pourvu d'aucune membrane spéciale.

La division du noyau peut se passer suivant quelques types différents. Le plus souvent c'est le nucléole qui commence par se diviser. Il se resoud en deux parties des dimensions à peu près égales; il peut aussi bourgeonner et le bourgeolement se produit plus fréquemment (fig. 6—8).

Le premier indice soit de la division, soit du bourgeolement est l'apparition dans la partie fondamentale d'un filament très colorable qui se termine par deux grains de chromatine (fig. 6). Au fur et à mesure que la division se poursuit ce filament s'allonge et les grains qui le terminent s'éloignent l'un de l'autre. Simultanément les corpuscules de chromatine nucléaire s'assemblent à deux extrémités du filament et puis s'éloignent, chaque groupe avec le grain correspondant. La substance fondamentale produit une large strie qui unit les deux paries du nucléole (fig. 7, 8).

Nous avons alors ici les deux „centrioles“ (Hartmann etc.) la „centrodesmose“ qui les unit, et les deux „lames polaires“ („Polplatten“ Vahlkampff 1904). Les deux nouveaux nucléoles s'éloignent vite l'un de l'autre et la centrodesmose et quelquefois une strie de substance fondamentale demeurent encore pendant un certain temps (fig. 9). Il est difficile ensuite de retrouver les centrioles dans les nucléoles qui résultent de la division.

Même après, dans la période végétative, on n'observe pas de centriole dans le nucléole. Or, il faut admettre que le centriole y apparaît périodiquement avant la division. Le noyau peut se résoudre en deux par un sectionnement brusque et parfois par un rétrécissement. Pendant ces processus la partie périnucléaire c. à d. le réseau d'achromatine et la chromatine ne subissent d'aucunes transformations.

On aperçoit aussi très souvent chez l'*Amoebidium* la division multiple. La division en deux du nucléole n'est pas alors suivie de la division du noyau même, mais un nucléole quelconque ou tous les deux se divisent encore une fois. Il en résulte l'apparition de 3 à 5 nucléoles dans le noyau, lequel produit ensuite par une simple disjonction autant de noyaux indépendants (fig. 11, 9, 10).

Il existe beaucoup de descriptions de la division chez Protozoaires ¹⁾ qui ressemblent à la mienne. Mais la division relatée par moi se distingue par quelques traits caractéristiques. Surtout c'est le sort de la partie périnucléaire. D'après plusieurs auteurs la chromatine périnucléaire produit une „plaque équatoriale“. Rien de semblable ne se passe dans l'*Amoebidium*. Ici la chromatine périnucléaire ne subit aucune transformation spéciale et ne présente aucune figure caryocinétique. Les processus de division chez l'*Amoeba crystalligera* (Schaudinn 1894) et l'*Ohyrrhis marina* (Keysselitz 1908) ressemblent assez au type de la division que j'ai décrite. Aussi c'est un fait important que la chromatine du nucléole se divise en deux parties sans aucune régularité ou trace de caryocinèse.

On a donc ici à faire avec l' Amitose; mais elle est bien différente du phénomène typique dans ce sens, que la division ne s'y présente pas sous un retrécissement simple du noyau; on voit intervenir des facteurs qui la régularisent et la systématisent. Tout de même c'est l' Amitose *s. lato*, à figure centriolaire.

Outre l' Amitose à figure centriolaire, on constate chez l'*Amoebidium* dans certaines circonstances la division nettement mitotique c. à d. les chromosomes apparaissent et la chromatine générative du noyau est, par conséquent, divisée exactement en deux parties égales. Pendant cette division la chromatine de la région périnucléaire forme des chromosomes (fig. 12) sur les noeuds et sur les filaments mêmes du réseau. En même temps dans le nucléole apparaît la figure centriolaire, composée de deux centrioles, d'une centrodosome et d'une strie de la substance fondamentale (fig. 13—14). Cette figure s'élargit, comme pendant l' Amitose, mais les granulations chromatiques se conduisent d'une manière spéciale. Elles se séparent au niveau du centre commun (fig. 13) et se dispersent parmi les chromosomes (fig. 15, 16). Les centrioles s'éloignent de plus en plus mais la chromatine nucléaire („Polplatten“), y fait défaut. En même temps les chromosomes s'arrangent en forme de l'aster et puis en diastre (fig. 17).

La figure centriolaire disparaît parmi les chromosomes. Dans cette „mitose simplifiée“ c'est sont précisément les transformations subies par la chromatine du nucléole qui méritent l'attention.

¹⁾ V. la bibliographie dans le texte polonais.

Tandis que dans l' amitose la chromatine du nucléole au moment de la division de celui-ci se repartit entre les deux nucléoles, dans la caryocinèse elle disparaît dans les chromosomes. Il est donc certain qu'il y ait un moment où le karyosome n'existe pas. Une telle disparition du nucléole était déjà décrite par quelques auteurs, p. ex. par Siedlecki chez *Caryotropha Mesnili* (1905), et aussi par Moroff chez ses *Aggregata* (1908).

5. Pan Henryk Raabe:

Amoebidium parasiticum Cienk.

CZEŚĆ II.

Ciałka metachromatyczne.

(Doniesienie tymczasowe.)

Komunikat zgłoszony dn. 10 Maja 1911 r.

Przedstawił p. J. Tur.

Jak to zaznaczyłem już w pierwszej mej pracy (1911 a), wśród cytoplasmy *Amoebidium* zwracają na siebie uwagę duże błyszczące kule, występujące czasami w ogromnej ilości. Również wspominają o nich w swych pracach: Cienkowski (1861) i Chagas (1906). Jak wskazują własności chemiczne i fizyczne tych kul, są to ciała, które trzeba zaliczyć do t. zw. „ciałek metachromatycznych“ (Babés 1887, Guilliermond 1906, 1908, 1910 i inni) albo „wolutynowych“ (Meyer 1904).

Ciałka tego rodzaju zostały poraz pierwszy opisane przez Babés'a u bakteryj; następnie podawali o nich wiadomości przygodne niektórzy inni autorowie; jednakże dopiero w ostatnich czasach zostały one specjalnie i szczegółowo zbadane przez dwu wymienionych wyżej badaczy, a ponadto przez: Grimme'a (1902) Reichenow'a (1909, 1911), Erdmann'a (1910) oraz innych.

Utwory te przedstawiają się na materyale żywym jako błyszczące kulki, silnie załamujące światło (rys. 4); na utrwalonych preparatach okazuje się, że są to albo rzeczywiście lite kule, albo pęcherzyki (rys. 2 i 3); na obwodzie tych ostatnich ułożone są właściwe ziarnka metachromatyczne, wewnątrz zaś znajduje się bardzo słabo barwiąca się substancja. Ponadto, na tych preparatach kulki metachromatyczne wyglądają, jakgdyby każda z nich dookoła miała jeszcze warstwę substancji barwiącej się bardzo słabo; gdy

nagromadzi się ich dużo, jedna koło drugiej (rys. 2), otrzymujemy wrażenie, jakoby wszystkie leżały w wspólnej wodniczce o kształtach nieprawidłowych. Są to wszakże tylko obrazy otrzymane sztucznie, wskutek odciągnięcia wody od substancji, składającej je, t. j. od metachromatyny; ostatnia, podług Meyer'a (1904), zawiera dużo wody.

Normalnie, ciała te zebrane są w wielkiej ilości po obu stronach każdego jądra *Amoebidium*; czasami jednak skupiają się one w sposób nieco odmienny; mianowicie i na żywym materiale i na utrwalonym widzimy je naraz ugrupowane na obwodzie obszer-nych wodniczek (rys 5). Wodniczki takie tworzą się w plazmie podczas pewnych procesów degeneracyjnych; pojawiają się one początkowo, jako małe pęcherzyki wśród ciałek, następnie rozrastają się i niejako rozpychają te ostatnie, które dookoła nich się grupują.

Co do umieszczenia ciałek metachromatycznych w komórce, Meyer również mówi, że stale leżą one w plazmie, jednak czasami mogą się także znajdować w wodniczkach; są one jednak tutaj tylko zepchnięte przypadkowo; Guillaiermond natomiast podaje, iż w wodniczkach mogą być stale zawarte te ciała. Pozostałe z zaznaczonych cech, zgadzają się z podanemi przez tych autorów; podług nich również ciała metachromatyczne są zwykle na obwodzie gęstsze i mocniej się barwią; są one kuliste, rozmaitych rozmiarów.

U *Amoebidium* różnaitość ich rozmiarów występuje szczególnie wyraźnie wtedy, gdy nagromadzi się ich dużo na niewielkiej przestrzeni (rys. 1—2). Co się tyczy barwienia ciałek omawianych na materiale utrwalonym, to jest ono również charakterystyczne: barwią się one nadzwyczaj intensywnie barwnikami zasadowemi, przyczem zawsze przyjmują odcień karminowy. Tak np. hemato-ksylina Delafield'a barwi je, o ile nie zostaną rozpuszczone w wodzie podczas długiego barwienia, bądź na karminowo (przy odkwaszaniu), bądź na granatowo, z wyraźnym odcieniem czerwieni; Gie mza daje piękne zabarwienie karminowo-granatowe i uwi- docznia je nadzwyczaj silnie, błękit metylenowy barwi je z odcie- niem czerwonym. Inne barwniki zastosowane tak, jak i w poda- nych przypadkach, po sublimacie, albo po sublimacie z alkoholem i kw. octowym, dają następujące wyniki: eożyna, karmin borakso- wy, pikrokarmin nie barwią wcale; safranina barwi na żółto-czer- wono. Heidenhain nie uwidocznia ich nigdy; na preparatach

tego rodzaju znajdujemy zawsze duże przestrzenie puste, słabo się barwiące wśród protoplazmy: przestrzenie te odpowiadają obszarowi, zajętemu przez przylegające silnie do siebie ciała. Wszystkie te barwienia dają wyniki zgodne z podanymi przez innych autorów; wyjątek stanowi sublimat — Heidenhain, co do którego podaje jedynie Erdmann (1910), że ciała metachromatyczne u *Sarcosporidia* barwią się tym sposobem.

Z barwników, działających za życia, charakterystyczną reakcją daje czerwień obojętna (Neutralroth). Barwi ona ciała te bardzo szybko, w odróżnieniu od pozostałych składników, na które nie działa za życia, na kolor karminowo-czerwony albo czerwony z lekkim odcieniem żółtym. Z chwilą śmierci osobnika ciała te tracą swoje charakterystyczne zabarwienie i przyjmują powoli rozlany różowy ton wraz z całą zarodnią. Jeżeli podczas zamierania komórki wytwarzają się w plazmie wodniczki, to zdarza się nieraz, że wodniczka wchłania do swego wnętrza ciało omawiane, które rozpuszcza się w niej szybko, zmieniając najpierw kolor swój na żółty.

Pod wpływem więc czerwieni obojętnej utwory te zachowują się tak, jak stale zachowują się materiały zapasowe w komórce. Barwienie się ich na kolor lekko karminowy wskazuje ich reakcją słabo-kwaśną; niektóre jednak z nich nie dają tej reakcji tak wyraźnie; zapewne bliższe badania nad różnicami, które tu się zarysowują, doprowadziłyby do ważnych rezultatów, dotyczących się procesów fizyologicznych, jakie w ciałkach tych zachodzą.

Wyniki barwienia ciałek metachromatycznych, jakie uzyskałem, są sprzeczne pod pewnymi względami z wynikami, otrzymanymi przez Meyera i zgadzają się z wynikami Guillaiermond'a. Mianowicie Meyer twierdzi, iż barwienie się ciał metachromatycznych czerwiecią obojętną jest procesem zachodzącym dopiero po śmierci osobnika. W moich badaniach zachodzi sprawa odwrotna i zgodnie z tem, jak zapatruje się na ten proces większość dzisiejszych fizyologów badających ten przedmiot.

Z innych sposobów barwienia za życia, błękit metylenowy barwi, jak to już wyżej było zaznaczone, bardzo charakterystycznie te ziarna najpierw na karminowo, a potem na granatowo; plazma barwi się równocześnie, choć znacznie słabiej. „Bismarckbraun“ barwi je na ciemno-żółto wyraźnie; płyn Lugol'a na pomarańczowo-bronzowo, zgodnie z Guillaiermond'em, a wbrew Erdmann'owi (1910).

Z innych reakcyj wypadnie zanotować: jod w jodku potasowym barwi na żółto-czerwono; reakcyje na białko, jak ksantoproteina, Millon'a dają wyniki negatywne (wbrew zdaniu Schubotz'a 1905, któremu reakcyja ostatnia dała wynik pozytywny). Woda zimna rozpuszcza te ciała po 24—36 godzinach zupełnie, albo częściowo; przyczem, w jednej komórce niektóre ciała rozpuszczają się znacznie prędzej, niż inne.

Ważne wskazówki dają reakcyje mikrochemiczne Meyer'a, podane dla wolutyny. Najważniejsze z nich przebiegają w sposób następujący. Pod wpływem błękitu metylenowego 1 : 10 (reakcyja I) barwią się: najpierw osłonka komórki wyraźnie na granatowo, plazma w sposób rozlany jaśniej, czasami jądro niebieskawo, a wreszcie omawiane ciała; przyczem zabarwienie tych ciał następuje po 10—15 min. najpierw na kolor karminowy, a po 20—25 min., na granatowy. Większe kule barwią się znacznie trudniej i znacznie dłużej utrzymują barwę karminową, niż ziarna drobne. Wodniczki i ziarna chromatynowe w plazmie pozostają zawsze niezabarwione. Pod działaniem kwasu siarkowego 2% zabarwienie plazmy i otoczki znika po kilku minutach (otoczki wcześniej) i powstają jedynie wyraźnie zabarwione ziarna na granatowo z odcieniem karminowym. O ile komórka jest martwa, ziarna barwią się znacznie mocniej i szybciej. Po kilkunastu minutach działania kwasu, ziarna zaczynają się odbarwiać i niektóre z nich po dłuższym czasie tracą kolor zupełnie. Cały przebieg tej reakcyi, oprócz szczegółu końcowego, wypada tak, jak podaje Meyer. Szczegół ten jednak jest bardzo ważny i dalej powrócę raz jeszcze do niego. Podług Meyer'a mianowicie, ziarna wolutynowe nie odbarwiają się zupełnie.

Reakcyja II: gdy preparat zabarwić błękitem metylenowym i potraktować jodem w jodku potasowym ($J + JK$) plazma barwi się na żółto, a ciała omawiane prawie na bronzowo. Po dodaniu 5% węgla sodowego odrazu blednie plazma, a ziarna bardzo powoli i wreszcie przekształcają się na błyszczące wodniczki, o których mówi Meyer. Co do tego wyniku należy zaznaczyć, że niezgodny jest on z wynikami Guilliermond'a i Erdman'n'a. Ostatnim dwu, ciała metachromatyczne, po potraktowaniu błękitem metylenowym, a potem $J + JK$ nie barwiły się na bronzowo. Guilliermond (1906) tłumaczy to zjawisko zależnością przebiegania tej reakcyi od rodzaju osłonki komórki.

Reakcyja III. Pod wpływem fuksyny karbolowej nastąpiło zabarwienie całej plazmy *Amoebidium*; po potraktowaniu 3% kw. siarkowym, nastąpiło odbarwienie najpierw plazmy a wreszcie i ziaren; jednak ostatnie długo trzymały barwniki.

Reakcyja IV: *Amoebidia* po kilkakrotnem zagotowaniu i zabarwieniu potem sposobem I wykazały brak ziaren omawianych; po ziarnach pozostały jedynie nie barwiące się pęcherzyki — są to granice plazmy, która otacza wodniczki.

Z innych reakcyj, reakcyja VIII Meyer'owska, za pomocą odbarwiania preparatu zabarwionego błękitem metylenowym przez węglan sodowy wykazała znowu pewną niezgodność, równie ważną jak ta, która zachodzi w reakcyi I-ej. Mianowicie, odbarwienie nie następuje tu tak natychmiast, jak to podaje Meyer.

Oprócz tych dwu odchyleń, o których wyżej była mowa, cały szereg innych reakcyj tudzież własności inne naszych ciał są zupełnie zgodne z podanemi przez wymienionego autora.

Pozostają do omówienia zaznaczone wyżej różnice w przebiegu reakcyi I i VIII-ej. Znajdujemy dla nich pewne wytłumaczenie, jeżeli przyjmiemy za Meyer'em, Reichenow'em (1909) i niektórymi innymi, iż ciała metachromatyczne zawierają w sobie kwas nukleinowy i że w przypadku *Amoebidium* zawierają go w znaczniejszej ilości. Otóż reakcyja I, zastosowana do kw. nukleinowego (Kossel), daje silne zabarwienie i następnie odbarwienie przy zastosowaniu 5—50% kw. siarkowego. Reakcyja zaś VIII, zastosowana do kw. nukleinowego przebiega tak, że ten ostatni nie odbarwia się i nie rozpuszcza nawet po wielu godzinach. Obie te reakcyje przebiegają w sposób pośredni między reakcyami wolutyny i kw. nukleinowego. Inne jednak cechy stanowczo stwierdzają, że mamy tu do czynienia z wolutyną. Tak więc zdaje się, że w ciałkach metachromatycznych u *Amoebidium* znajdujemy potwierdzenie dla hipotezy Meyer'a, który mówi że „die Volutinsäure oder gesättigte Verbindungen der Nucleinsäure mit irgendeiner Base (warscheinlich organische Base) seien“. Omówiona tu cecha opisywanych przezemnie ciałek jest bardzo dla nich charakterystyczna i zdaje się, iż wyróżnia je wśród ziarn tego rodzaju, w których autorowie nie podobnego dotąd nie znaleźli.

Tak więc nie ulega wątpliwości, że mamy tu do czynienia z ciałkami metachromatycznymi, takimiż samymi, bądź nadzwyczaj zbliżonemi do tych, które opisano u wielu bakteryj, sinic

(Bütschli) drożdży, pleśniaków, grzybów wyższych (Guilliermond), glonów, paprotników i roślin wyższych (Meyer) — a nawet wśród organizmów zwierzęcych, jak u: *Opalina intestinalis* (Conte et Vanay 1902), u wielu *Flagellata* (Provazek 1900), *Euglena*, u *Volvox* i *Polytoma uvella* (Sassi 1907), *Amoeba proteus* (Schubotz 1907), *Pleodorina* (Merton 1908) *Dunaliella salina* (Hamburger 1905) *Haemotococcus* (Reichenow 1909) i u wielu *Trypanosoma* (Swellengrebel 1908). Ostatnio Erdmann (1910) opisał je u *Sarcosporidia*¹⁾.

We wszystkich jednak tych przypadkach omawiane ciała występują w ilości kilku lub kilkunastu niewielkich grudek w komórce; wskutek więc tej małej ich ilości są trudne do badania.

Inaczej zupełnie rzecz się ma pod tym względem u *Amoebidium*. Tutaj znajdują się one w ogromnej ilości i często wypełniają prawie całą komórkę; materiał więc do badań jest bardzo obfity. Normalny osobnik jednojądrowy *Amoebidium*, powstały ze schizogonii (por. zarys cyklu rozwojowego w części I-iej) zawiera w sobie zawsze mniej więcej jednakową ilość kul metachromatycznych, zgrupowanych bezpośrednio po obu stronach pęcherzykowatego jądra; bardzo rzadko są one rozrzucone bezładnie wśród plazmy, bądź skupione dookoła wodniczek. Gdy jądro podzieli się na dwa i oba jądra potomne zaczynają odsuwać się od siebie, przestrzeń między nimi wypełnia się ciałkami metachromatycznymi; w osobniku dwujądrowym zajmują one przestrzeń między obu jądrami, nie dochodząc do obwodu komórki (rys 1). Osobniki wielojądrowe są zazwyczaj prawie wypełnione kulami, za wyjątkiem ektoplazmy, która jest od nich wolna. Podczas podziału schizogonicznego kule zawarte między dwoma jądrami grupują się w dwie, mniej więcej równe, części, z których jedna zbliża się do jednego jądra, a druga do drugiego.

Ciała metachromatyczne stale spotykają się w każdym osobniku *Amoebidium*; zazwyczaj, jakem to już zaznaczył wyżej, jest ich dużo, rzadziej bywa po kilka. W ostatnich przypadkach ilość ich zwiększa się nadzwyczaj szybko i wkrótce dorasta normalnej; mamy tu zdaje się osobniki, które świeżo wyszły z cyst, i do tego, z cyst „starych“, t. j. takich, które leżały przez dłuższy czas nie rozwijając się.

*) Literaturę szczegółową podają w wyżej wzmiankowanych dziełach Guilliermond i Meyer.

Tutaj muszę dodać kilka uwag w sprawie incystacyi u *Amoebidium*, o której wspomniałem już w pracy poprzedniej. Jak wiadomo, zawartość woreczka *Amoebidium* może w pewnych warunkach rozpaść się cała na ameby (rys. 6), które porzucają osłonkę macierzystą, pełzają przez pewien czas, a wreszcie otarbiają się. Wytworzenie takich ameb może nastąpić w każdym dowolnym momencie rozwojowym tego organizmu, gdy tylko znajdzie się on w warunkach dla siebie niekorzystnych. Tak np. oderwanie się *Amoebidium* od ciała żywiciela i opadnięcie na dno, śmierć ostatniego, wywołana przez wysychanie wody w kałuży i t. d. wywołują natychmiastowe powstanie ameb i incystacyę. Z cysty wydostają się po pewnym czasie młode osobniki, które znów rozpoczynają żywot pasorzytniczy.

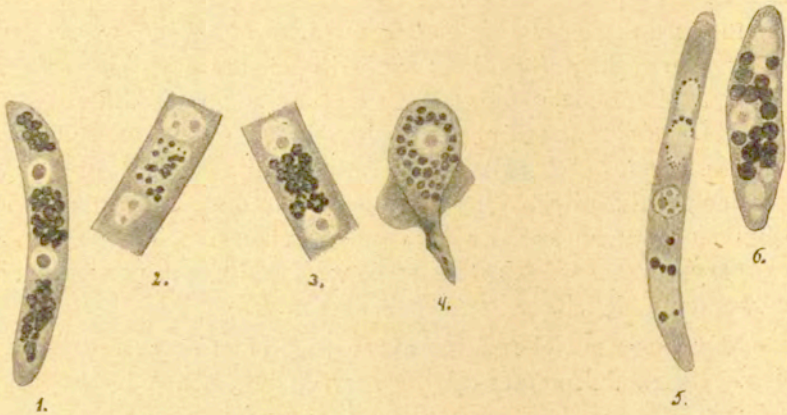
Otóż wśród cyst są takie, które rozwijają się po kilku, a inne po kilkunastu i więcej dniach. Młode, które wydostają się z pierwszych, zawsze posiadają prawie normalną, znaczną ilość ciał metachromatycznych; te natomiast, które pochodzą z cyst „starszych“ mają ich znacznie mniej, a czasami nawet zaledwie kilka. Ta okoliczność rzuca nam pewne światło na znaczenie kul omawianych dla *Amoebidium*; stanowią one ciała zapasowe, które zostają zużywane podczas encystacyi. Tak samo na ciała metachromatyczne zapatrują się i inni autorowie. Zrozumiałą też staje się z biologicznego punktu widzenia obecność tych ciał w każdym osobniku i szybkość ich gromadzenia się: wobec warunków, w jakich *Amoebidium* znajduje się w kałużach i rowach, gdzie woda, ledwie się zbierze, znowu wysycha, ciągła gotowość do incystacyi i przetrwania długiego niekiedy okresu suszy jest przystosowaniem bardzo korzystnym. Gdy cysta leży następnie długi czas, nie rozwijając się, ciała zostają zużyte w znacznej mierze — i dlatego młode wychodzące wreszcie z nich, są zapasów prawie pozbawione. W podobny sposób zapatrują się na ciała metachromatyczne, jako na materiały zapasowe również Meyer i i Guilliermond; Reichenow uważa, że są to substancje zużywane specjalnie przez jądro podczas jego podziału do wytworzenia chromatyny; jest to podług niego „Reservestoff für die Kernsubstanz“; coś podobnego przypuszcza Awerinzew (1909); Matruchot et Molliard (1903) przypuszczają, że są to produkty degeneracyi.

Trudno jest coś stanowczego powiedzieć o tworzeniu się ciałek metachromatycznych i ich rozmnażaniu się. I wśród dotych-

czasowych badaczy tych ciał jest w tym względzie niezgoda. Guilliermond twierdzi, że ciała metachromatyczne wytwarzają się w pewnych przypadkach w jądrze i stąd wywędrowują do plazmy. Mianowicie, opisując te ciała u *Phermidium favosum* mówi „Or, c'est dans l'intérieur même de ce noyau, que sont localisés les corpuscules métachromatiques qui semblent se former aux dépens du réseau chromatique“. Co do wytwarzania się ich u innych organizmów, Guilliermond nie określonego nie mówi, przypuszcza jednak, że u większości jądro ma pewien udział w tworzeniu się ich.

Erdmann twierdzi również to samo i nawet rysuje odrywanie się tych ciałek od jądra *Sarcosporidia*. Reichenow wreszcie twierdzi, że powstają one w plazmie bez udziału jądra. To samo Swellengroben.

B. Pieczenko (1908), który opisał ciała metachromatyczne u *Bacillopsis stylopygae* Piecz. podaje, iż większe powstają przez zlewanie się mniejszych. Co do badanego przezemnie ustroju pewną wskazówkę, szczególnie w sprawie mnożenia się tych ciał, dają takie postacie „kul błyszczących“, w których okazuje się, iż składają się one z ziarn. ułożonych na obwodzie wodniczki. Tego rodzaju „ciałka“, są zazwyczaj znacznie większe od ciałek litych. Być może, iż następuje tu rozpad większych na mniejsze. Przypuszczenie to zdaje się potwierdzać jeszcze ta okoliczność, iż u osobników, w których jest dużo takich kul „rozpadających się“, występują też zazwyczaj pomieszane z nimi i niewielkie ziarna litte. Jeżeliby nawet taki rozpad ciał metachromatycznych przyjąć za pewny, to w każdym razie nie zostaje jeszcze wyjaśniona kwestya związku między nimi i jądrem. Przypuszczać należy, że jądro przyjmuje poważny udział w tworzeniu się ich, jednakże za wykluczone trzeba uważać formowanie się bezpośrednio we wnętrzu jego w postaci ostatecznej; gdyby coś podobnego zachodziło u *Amoebidium*, to przy tak czulej metodzie barwienia dla metachromatyny, jaką jest metoda Giemzy, stwierdzić to byłoby bardzo łatwo.



Objaśnienie rysunków.

- Rys. 1. *Amoebidium parasit.* Cienk. Osobnik dwujądrowy. Ciałka metachromatyczne leżą jakgdyby w wodniczkach; na obwodzie silniej się barwią. G i e m z a.
- Rys. 2. Część osobnika wielojądrowego. Ciałka metachromatyczne lite. G i e m z a.
- Rys. 3. Część osobnika wielojądrowego. Kulki metachromatyczne złożone z ziarn, umieszczonych na obwodzie wodniczki. G i e m z a.
- Rys. 4. Ameba *Amoebidium parasiticum* pełzająca (ku górze); widoczne jądro i dookoła niego ciałka metachromatyczne. Rys. z natury; powiększenie większe, niż poprzednie.
- Rys. 5. Osobnik jednojądrowy. Ciałek metachrom. niewiele; w plazmie utworzyły się wodniczki, prowadzące do degeneracyi; ciała ułożone są na ich obwodzie. D e l a f i e l d.
- Rys. 6. Osobnik jednojądrowy barwiony za życia czerwiecią obojętną z wodniczkami degeneracyjnemi.
- Rys. 1-3 i 5 utrwalone w subl. + alk. + kw. octowy. Rysowane z pod imersyi apochromat. Z e i s s'a 1.30 i soczewki kompensacyjnej № 8, aparatem rysunkowym A b b ó g o.

L i t e r a t u r a.

1909. A w e r i n z e w: „Studien über parasitische Protozoen IV“. Arch. f. Protistenk. XVIII.
1895. B a b é s: „Beobachtungen über die metachromatischen Körperchen etc.“ Zeitschr. f. Hyg. Bd. XX.
1861. C i e n k o w s k i L. „Ueber parasitische Schläuche auf Crustaceen“. Bot. Zeitung. XIX.
1910. E r d m a n n R h.: „Kern und metachromatische Körper bei Sarcosporidien“. Arch. f. Protistenk. XX.
1902. G r i m m e: „Die wichtigsten Methoden der Bakterienfärbung in ihrer Wirkung etc.“ Centralbl. f. Bakteriologie, B. XXXII.

1906. Guillaiermond A.: „Les corpuscules métachromatiques ou grains de volutine“. Bull. de l'Inst. Pasteur t. IV.
1910. Tenze: „A propos des corpuscules métachromatiques ou grains de volutine“. Arch. für Protistenk. XIX.
1908. Guillaiermond A. et Mawas: „Caractère histiochimiques des granulations des Mastzellen et rapport de ces corps avec la volutine des Protistes.“ Compt. rend. des séances de la Soc. de Biol. t. LXIV, p. 397.
1904. Meyer Arthur: „Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins“. Botan. Zeitung t. 62.
1908. Pieczenko Borys: „O budowie i rozwoju Bacillopsis stylopygae nov. g.“ Rozprawy wydz. mat.-przyrodn. Kraków. Akad. Umiej. Serja III, t. 8.
- 1911 a. Raabe Henryk: „Amoebidium parasiticum. Cienk. Cz. I. Jądro, budowa jego i podział“. Spraw. T. N. W. 1911.
1909. Reichenow E.: „Untersuchungen an Hemoproteus pluvialis nebst Bemerkungen über andere Flagellaten“. Arbeit a. d. kaiser. Gesundheitsamt. Bd. XXXIII.
1910. Reichenow E.: „Haemogregarina Stepanovi. Die Entwicklungsgeschichte einer Haemogregarine“. Arch. f. Protistenk. B. XX.
1905. Schubotz H.: „Beiträge zur Kenntniss der Amoeba blattae u. Am. proteus“. Arch. f. Protistk. VI.

RÉSUMÉ.

M-r Henryk Raabe:

Amoebidium parasiticum Cienk.

II PARTIE.

Les corpuscules métachromatiques.

Communication annoncée 10. V. 1911.

Présentée par M. J. Tur.

Les corpuscules métachromatiques se trouvent toujours en quantité dans le cytoplasma d'*Amoebidium parasit.* et parfois remplissent toute la cellule. Dans l'organisme vivant ce sont des sphères (fig. 6, 4) miroitantes, groupées de deux côtés du noyau. On trouve quelquefois entre elles des petites vacuoles (à comparer fig. 6 du texte polonais). Sur les préparations fixées on voit que ces corpuscules peuvent être soit massifs (fig. 2), soit composés de granules distinctes, placées sur la périphérie de la vacuole (fig. 3). Plus souvent on rencontre les corpuscules avec des vacuoles au centre (fig. 1). Sur les préparations fixées ces corpuscules se présentent comme si chacun était renfermé dans la vacuole séparée; quand ils

sont plusieurs, rangées l'une près de l'autre, on a l'impression qu'ils sont tous placés dans une vacuole commune (fig. 2). Il est possible que ce sont des figures artificielles dues à la deshydratation. Parfois, au cours des processus dégénératifs, dans le protoplasma se forment les grandes vacuoles (fig. 5); elles repoussent les corpuscules et celles-ci se placent alors sur la périphérie des vacuoles.

Leurs propriétés physiques et chimiques concordent presque tout à fait avec les données de Guillaiermond (1906. 1910 etc.), Meyer (1904) et d'autres auteurs qui ont traité les corpuscules métachromatiques. Leur affinité avec les colorants alcalins est très forte et ils prennent une couleur métachromatique rouge violacée. Ils se colorent d'une manière caractéristique par le colorant de Giemza en rouge vif mêlé d'un bleu foncé, à l'hématoxyline de Delafield ils prennent un teint de carmin, à bleu de méthylène du rouge vif d'abord, et bleu foncé ensuite. Hématoxyline de Heidenhain (contrairement à ce que prétend Erdmann (1910) aussi qu'éozine, carmin et picrocarmin ne donnent point de réaction. Il faut 1 à 3 jours pour qu'elles se dissolvent dans de l'eau froide; dans l'eau bouillante la dissolution s'opère après quelques minutes. La réaction de Millon ne m'a donné aucun résultat (contrairement à Schubotz 1905). Dans la cellule vivante les corpuscules en question sous l'action de Neutralroth accusent la couleur rouge vive qui tire souvent sur le jaune; au contact d'avec le liquide Lugol elles se colorent en orange - marron.

Les réactions microchimiques de Meyer (1904) se passent, excepté quelques-unes, conformément à celles obtenues par le même auteur pour la vultine. Mais les deux réactions: la I-re et la VIII-ième s'écartent un peu du type. Dans la première l'acide sulfureux les décolore complètement, bien qu'après d'une action prolongée, dans la VIII-me le même effet sous l'action de Na_2CO_3 ne s'obtient que très difficilement. Ces deux exceptions semblent indiquer la présence d'acide nucléique et confirmer ainsi l'hypothèse de Meyer.

Les corpuscules métachromatiques présentent un fond d'approvisionnement; ils sont toujours nombreux, car l'organisme que l'on trouve dans des mares târissables doit être prêt à s'enkyster à tout moment. La quantité de ces substances consommées dans l'état de kyste est plus ou moins considérable et dépend de la pé-

riode plus ou moins longue pendant laquelle la kyste demeure sans se développer.

Certains auteurs affirment que les corpuscules métachromatiques se forment comme telles dans le noyau même. Je n'ai constaté rien de pareil chez *l'Amoebidium*.

6. Pan W. Sierpiński.

Przyczynek do teorii całek oznaczonych.

Komunikat zgłoszony dn. 28 Maja 1911 r.

W komunikacie niniejszym pragnę zwrócić uwagę na dwie następujące okoliczności:

1) *Funkcja może posiadać w danym przedziale wszędzie gęstą i wszędzie nieprzeliczalną mnogość miejsc nieciągłości, a mimo to być całkowalną w tym przedziale (w znaczeniu Riemann'a).*

2) *Funkcja może posiadać w danym przedziale nigdzie gęstą mnogość miejsc nieciągłości, a jednak nie być całkowalną w tym przedziale.*

Udowodnimy to przez podanie odpowiednich przykładów.

1. Określimy funkcję $f(x)$ dla rzeczywistych wartości zmiennej w sposób następujący:

Jeżeli x jest liczbą niewymierną, w której rozwinięciu na ułamek dziesiętny nieskończony

$$x = c_0, c_1 c_2 c_3 \dots$$

mamy po przecinku tylko skończoną liczbę cyfr zero i jeżeli p (≥ 0) oznacza ich liczbę, to położymy

$$f(x) = \frac{1}{p+1}.$$

We wszystkich innych przypadkach (a więc dla x wymiernych, jakoteż dla tych niewymiernych x , które w swem rozwinięciu na ułamek dziesiętny zawierają nieskończenie wiele razy cyfrę 0) położymy

$$f(x) = 0.$$

W myśl naszej definicji funkcja $f(x)$ będzie zerem dla wszystkich liczb wymiernych, a więc dla pewnej wszędzie gęstej mnogości. Stąd natychmiastowy wniosek, że $f(x)$ będzie nieciągłą dla wszystkich tych x , dla których $f(x) \neq 0$. Powiadam że takich miejsc nieciągłości będzie *continuum* w każdym danym (jak chcąc zresztą małym) przedziale (α, β) .

Obierzmy dla dowodu liczbę naturalną n , tak wielką aby było

$$\frac{1}{10^n} < \frac{\beta - \alpha}{2}.$$

Kładąc $k = E10^n \alpha + 1$, będziemy oczywiście mieli:

$$\alpha < \frac{k}{10^n} < \frac{k+1}{10^n} < \beta.$$

Liczbę $\frac{k}{10^n}$ możemy przedstawić jako ułamek dziesiętny n -cyfrowy:

$$\frac{k}{10^n} = c_0, c_1 c_2 \dots c_n.$$

Każda liczba niewymierna φ przedziału $(0, 1)$ da się, jak wiadomo, przedstawić w postaci ułamka dyadycznego nieskończonego (i nieokresowego):

$$\varphi = (0, a_1 a_2 a_3 \dots)_2 = \frac{a_1}{2} + \frac{a_2}{2^2} + \frac{a_3}{2^3} + \dots,$$

gdzie cyfry a_i mają wartość 0 lub 1.

Każdej takiej liczbie φ podporządkujemy pewną liczbę x , kładąc (w układzie dziesiętnym):

$$x = c_0, c_1 c_2 \dots c_n c_{n+1} c_{n+2} \dots,$$

gdzie c_0, c_1, \dots, c_n są wzięte z rozwinięcia liczby $\frac{k}{10^n}$, zaś dla $i = 1, 2, 3, \dots$ stale

$$c_{n+i} = a_i + 1.$$

Jasnym jest, że każdej liczbie niewymiernej φ odpowiadać będzie liczba niewymierna x (gdyż nieokresowość rozwinięcia φ pociąga za sobą nieokresowość x) i przytem *różnym* liczbom φ odpowiadać będą *różne* liczby x .

Wobec $a_i \leq 1$ mamy $c_{n+i} \leq 2$, zatem

$$\begin{aligned} x &\leq c_0, c_1 c_2 \dots c_n 2 2 2 \dots = c_0, c_1 c_2 \dots c_n + \frac{2}{9 \cdot 10^n} = \\ &= \frac{k}{10^n} + \frac{2}{9 \cdot 10^n} < \frac{k+1}{10^n} < \beta, \end{aligned}$$

a że oczywiście $x > \frac{k}{10^n} > \alpha$, więc:

$$\alpha < x < \beta.$$

Skoro $c_{n+i} = a_i + 1 \geq 1$, więc liczby x zawierają tylko

skończoną liczbę zer po przecinku: conajwyżej n . Jest więc $f(x) \geq \frac{1}{n+1}$.

Ponieważ liczb niewymiernych w przedziale $(0, 1)$ jest *continuum*, więc dowiedliśmy, że wewnątrz przedziału (α, β) istnieje *continuum* liczb x , dla których $f(x) \geq \frac{1}{n+1}$, gdzie n oznacza pewną liczbę naturalną, zależną jedynie od α i β .

Dowiedliśmy zatem, że w każdym danym przedziale funkcya $f(x)$ posiada *continuum* miejsc nieciągłości.

Udowodnimy obecnie, że funkcya nasza jest całkowną.

Z definicyi funkcyi $f(x)$ wynika natychmiast, że $f(x+1) = f(x)$: funkcya nasza jest więc okresową, o peryodzie 1. Jeżeli więc udowodnimy całkowność jej w przedziale $(0, 1)$, to stąd będzie wynikało, że funkcya $f(x)$ jest całkowną w każdym skończonym przedziale.

Na to żeby dowieść, że dana funkcya $f(x)$ jest całkowną (w sensie Riemann'a) w przedziale $(0, 1)$, wystarczy, jak wiadomo okazać, że

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{10^n} \sum_{k=0}^{10^n-1} \omega\left(\frac{k}{10^n}, \frac{k+1}{10^n}\right) = 0, \dots \quad (1)$$

gdzie ogólnie $\omega(\alpha, \beta)$ oznacza t. zw. *wahanie* funkcyi $f(x)$ w przedziale (α, β) , t. j. różnicę między dokładnymi granicami funkcyi w tym przedziale.

Niech ε oznacza daną liczbę dodatnią, jak chcąc zresztą małą. Obierzmy liczbę naturalną p tak wielką, aby było:

$$\frac{1}{p+1} < \frac{\varepsilon}{2}, \dots \dots \dots \quad (2)$$

a mając już p , obierzmy liczbę μ , większą od p i taką, aby zachodziła nierówność:

$$\left(\frac{19}{20}\right)^\mu < \frac{\varepsilon}{2^p} \dots \dots \dots \quad (3)$$

(Nierówność ta zawsze będzie dla dostatecznie wielkich μ spełnioną, gdyż po prawej stronie mamy pewną, niezależną od μ liczbę dodatnią, po lewej zaś stronie wyrażenie, zmierzające do zera przy nieograniczonym wzrastaniu μ).

Niech teraz n oznacza jakąkolwiek liczbę naturalną $\geq \mu$.

Położymy:

$$\sum_{k=0}^{10^n-1} \omega \left(\frac{k}{10^n}, \frac{k+1}{10^n} \right) = S = S_1 + S_2, \dots \quad (4)$$

oznaczając przez S_1 sumę wszystkich tych składników, które są $> \frac{1}{p+1}$, zaś przez S_2 — sumę pozostałych składników.

Założmy, że dla danego składnika liczba $\frac{k}{10^n}$ rozwija się na ułamek dziesiętny n -cyfrowy:

$$\frac{k}{10^n} = 0, c_1 c_2 \dots c_n \dots \dots \dots \quad (5)$$

Wszystkie liczby niewymierne przedziału $\left(\frac{k}{10^n}, \frac{k+1}{10^n} \right)$ dawać będą oczywiście rozwinięcia na ułamki dziesiętne nieskończone, których pierwsze n cyfr (po przecinku) będą identyczne z odpowiednimi cyframi rozwinięcia (5). Jeżeli więc w tem ostatnim rozwinięciu mamy po przecinku nie mniej niż p razy cyfrę zero, to nie mniej niż p razy będziemy też mieli po przecinku cyfrę 0 w rozwinięciach na ułamek dziesiętny wszystkich liczb niewymiernych przedziału $\left(\frac{k}{10^n}, \frac{k+1}{10^n} \right)$. Uwzględniając definicyę funkcyi $f(x)$ mamy stąd natychmiastowy wniosek, iż dla

$$\frac{k}{10^n} \leq x \leq \frac{k+1}{10^n}$$

jest stale

$$f(x) \leq \frac{1}{p+1},$$

skąd, wobec $f(x) \geq 0$:

$$\omega \left(\frac{k}{10^n}, \frac{k+1}{10^n} \right) \leq \frac{1}{p+1}.$$

Może zatem składnik

$$\omega \left(\frac{k}{10^n}, \frac{k+1}{10^n} \right) \dots \dots \dots \quad (6)$$

należać do sumy S_1 conajwyżej tylko wtedy, jeżeli w rozwinięciu (5) mamy *mniej* niż p razy cyfrę zero po przecinku. Obliczymy dla ilu składników (6) będzie to miało miejsce: innemi

słowy, policzymy ile jest ułamków dziesiętnych n -cyfrowych

$$0, c_1 c_2 \dots c_n \dots \dots \dots (7)$$

w których mniej niż p cyfr po przecinku mamy równych zeru; szukaną liczbę oznaczymy przez L .

Jeżeli przez L_r oznaczymy liczbę tych ułamków n -cyfrowych (7), w których dokładnie r cyfr jest równych zeru, to będziemy mieli oczywiście:

$$L = L_0 + L_1 + \dots + L_{p-1}.$$

Obliczymy więc L_r . Dla $0 \leq r \leq n$, ułamków (7), w których r danych (t. j. oznaczonych co do swego miejsca) cyfr jest równych zeru, a pozostałe $n-r$ cyfry są różne od zera, jest oczywiście 9^{n-r} . Stąd łatwy wniosek, że ułamków dziesiętnych (7), w których r *którychkolwiek* cyfr jest równych zeru, będzie

$$\binom{n}{r} \cdot 9^{n-r},$$

gdzie

$$\binom{n}{r} = \frac{n(n-1)\dots(n-r+1)}{1 \cdot 2 \dots r}$$

oznacza liczbę kombinacyj z n elementów po r (przyczem przez $\binom{n}{0}$ rozumiemy jedność).

Jest więc (dla $r = 0, 1, 2, \dots, n$):

$$L_r = \binom{n}{r} \cdot 9^{n-r},$$

skąd

$$L = \sum_{r=0}^{p-1} \binom{n}{r} 9^{n-r}$$

Mamy dalej oczywiście (wobec $n > p$):

$$\begin{aligned} 2^p \cdot \left(9 + \frac{1}{2}\right)^n &= \sum_{r=0}^n \binom{n}{r} 9^{n-r} \cdot 2^{p-r} > \sum_{r=0}^{p-1} \binom{n}{r} 9^{n-r} \cdot 2^{p-r} \gg \\ &\gg 2 \sum_{r=0}^{p-1} \binom{n}{r} \cdot 9^{n-r} = 2L, \end{aligned}$$

skąd:

$$L < \frac{2^p}{2} \left(9 + \frac{1}{2}\right)^n = \frac{10^n}{2} \cdot 2^p \cdot \left(\frac{19}{20}\right)^n < \frac{10^n \cdot \varepsilon}{2},$$

wobec $n \geq p$, i w myśl (3).

Jest więc liczba wszystkich składników sumy S_1 w każdym razie mniejszą od

$$\frac{10^n \cdot \varepsilon}{2}$$

W myśl definicji funkcji $f(x)$ mamy zawsze

$$0 \leq f(x) \leq 1,$$

skąd wniosek, że stale wyrażenie (6) nie przynosi jedności. Wszystkie składniki sumy S_1 są więc ≤ 1 , suma S_1 będzie zatem nie większą od liczby swych składników i przeto

$$S_1 < \frac{10^n \cdot \varepsilon}{2}.$$

Co się tyczy składników sumy S_2 , to każdy z nich jest $\leq \frac{1}{p+1} < \frac{\varepsilon}{2}$ (w myśl (2)), zaś liczba ich nie przynosi liczby wszystkich składników sumy S , czyli liczby 10^n . Będzie więc również

$$S_2 < \frac{10^n \cdot \varepsilon}{2}.$$

Jest zatem

$$S = S_1 + S_2 < 10^n \cdot \varepsilon,$$

skąd, wobec (4):

$$\frac{1}{10^n} \sum_{k=1}^{10^n-1} \omega \left(\frac{k}{10^n}, \frac{k+1}{10^n} \right) < \varepsilon,$$

dla $n \geq p$.

Stąd, i z uwagi, że wyrażenie nasze jest nieujemnem, wynika natychmiast wzór (1).

Dowiedliśmy zatem, że funkcya $f(x)$ jest całkowną w każdym skończonym przedziale. Łatwo też obliczyć wartość całki

$$\int_a^b f(x) dx.$$

Dla każdej funkcji $f(x)$, całkownej w przedziale (a, b) , mamy, jak wiadomo, wzór:

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{b-a}{n} \sum_{k=0}^{n-1} f(\xi_k),$$

gdzie ξ_k oznacza jakąkolwiek liczbę, należącą do przedziału

$$\left(a + k \frac{b-a}{n}, a + (k+1) \frac{b-a}{n} \right).$$

Jako liczbę ξ_k możemy zawsze obrać liczbę wymierną, gdyż wewnątrz każdego, jak chcąc zresztą małego przedziału, leżą liczby wymierne. Będzie wtedy stale $f(\xi_k) = 0$, skąd natychmiast wniosek, że

$$\int_a^b f(x) dx = 0.$$

Istnieją więc funkcje stale nieujemne, przytem dodatnie w pewnej wszędzie gęstej i wszędzie nieprzeliczalnej mnogości, dla których całka w każdym przedziale jest równą zeru.

W przedziale $(0, 1)$ mamy oczywiście *continuum* liczb niewymiernych, które w swych rozwinięciach na ułamki dziesiętne nie zawierają po przecinku ani jednego zera, dla których więc, w myśl definicyi naszej funkcyi winno być $f(x) = 1$. Funkcya $f(x)$ jest zatem w przedziale $(0, 1)$ stale nieujemną, w pewnem *continuum* miejsce równą jedności, a mimo to daje całkę zero. Jest to tem godniejszem uwagi, że damy dalej przykład funkcyi, która w przedziale $(0, 1)$ będzie stale zerem, z wyjątkiem pewnej odosobnionej (a więc nigdzie gęstej i przeliczalnej) mnogości, gdzie jest równą 1, a która *nie będzie* całkowną w przedziale $(0, 1)$.

Zwrócimy uwagę jeszcze na pewien prosty wniosek, który można wyprowadzić z całkowności funkcyi naszej $f(x)$.

Oznaczmy przez C zbiór wszystkich rozwiązań równości

$$f(x) = 1,$$

należących do przedziału $(0, 1)$. Zbiór C jest, jak wiemy, moey *continuum*. Zbiór wszystkich części *continuum* ma, jak wiadomo, tę samą moc, co zbiór wszystkich (ciągłych i nieciągłych) funkcyj, określonych w danym przedziale.

Niech C_1 oznacza jakąkolwiek część *continuum* C . Określmy w przedziale $(0, 1)$ funkcję $f_1(x)$ w sposób następujący. W zbiorze C_1 położymy stale

$$f_1(x) = 0,$$

zaś dla wszystkich liczb przedziału $(0, 1)$, które nie należą do C_1 położymy

$$f_1(x) = f(x).$$

Łatwo dowieść, że wahanie funkcji $f_1(x)$ w żadnym przedziale (α, β) nie przenosi wahanía funkcji $f(x)$, skąd wniosek natychmiastowy o całkowalności funkcji $f(x)$.

Każdej części C_1 continuum C odpowiada zatem pewna funkcja, całkowalna w przedziale $(0, 1)$. Jasnem jest, że przy naszym podporządkowaniu, różnym częściami C_1 i C_2 zbioru C będą zawsze odpowiadały różne funkcje całkowalne. Stąd, przy pomocy twierdzenia, znanego pod nazwą tw. Schrödera-Bernsteina, otrzymujemy natychmiast:

Twierdzenie. Mnogość wszystkich funkcyj, określonych w przedziale, $(0, 1)$ i całkowalnych w tym przedziale jest tej samej mocy, co mnogość wszystkich wogóle funkcyj, określonych w przedziale $(0, 1)$.

Widzimy zatem, jak mało krępującym jest warunek, iżby funkcja była całkowalna.

2) Określmy funkcję $f(x)$ w przedziale $(0, 1)$ w sposób następujący:

Jeżeli x da się przedstawić jako ułamek dziesiętny skończony, n oznacza liczbę jego cyfr i jeżeli wewnątrz przedziału $(0, 1)$ niema takiego ułamka m — cyfrowego $\frac{l}{10^m}$, gdzie $0 < m < n$ i dla którego zachodziłaby nierówność

$$\left| \frac{l}{10^m} - x \right| < \frac{1}{10^{2m}},$$

to położymy $f(x) = 1$.

We wszystkich innych przypadkach położymy $f(x) = 0$.

Powiadam, że mnogość wszystkich rozwiązań równania $f(x) = 1$ jest odosobnioną.

Założmy dla dowodu, że dla $x_0 = \frac{k}{10^n}$ mamy $f(x_0) = 1$. Twierdzą, że wewnątrz przedziału

$$\left(x_0 - \frac{1}{10^{2n}}, x_0 + \frac{1}{10^{2n}} \right) \dots \dots \dots (8)$$

niema, prócz x_0 , żadnego innego rozwiązania równania $f(x) = 1$.

W samej rzeczy, niech $\frac{l}{10^m}$ oznacza jakikolwiek ułamek m — cyfrowy (m naturalne), leżący wewnątrz przedziału (8), a więc taki, iż

$$\left| \frac{l}{10^m} - \frac{k}{10^n} \right| < \frac{1}{10^{2n}} \dots \dots \dots (9).$$

Jeżeli $m > n$, to wobec definicyi funkcyi $f(x)$ i nierówności (9) mielibyśmy $f\left(\frac{l}{10^m}\right) = 0$.

Jeżeli $m < n$, to możemy napisać

$$\left| \frac{l}{10^m} - x_0 \right| < \frac{1}{10^{2n}} < \frac{1}{10^{2m}},$$

co wobec $m < n$ dowodzi, że $f(x_0) = 0$ — wbrew założeniu.

Jeżeli $m = n$, to dla $\frac{l}{10^m} \neq \frac{k}{10^n}$ mamy $l \neq k$, skąd

$$\left| \frac{l}{10^m} - \frac{k}{10^n} \right| = \frac{|l - k|}{10^n} > \frac{1}{10^n},$$

wbrew założeniu, że lewa strona jest $< \frac{1}{10^{2n}}$.

Jeżeli wreszcie x nie da się przedstawić jako ułamek dziesiętny skończony, to mamy $f(x) = 0$.

W każdym więc razie prócz liczby x_0 niema wewnątrz przedziału (8) innego rozwiązania równania $f(x) = 1$. Dowiedliśmy więc, że zbiór tych rozwiązań tworzy w przedziale (0, 1) mnogość *odosobnioną*.

Każda mnogość *odosobniona* jest, jak wiadomo, *nigdzie gęstą*. Wewnątrz każdego zatem, jak chcąc zresztą małego przedziału (α, β) (leżącego w (0, 1)), znajdziemy taki przedział (γ, δ) , który nie będzie zawierał żadnego rozwiązania równania $f(x) = 1$, w którym zatem, w myśl definicyi funkcyi $f(x)$, będzie stale $f(x) = 0$.

W każdym przedziale (α, β) leży zatem wewnątrz taki przedział (γ, δ) , w którym funkcyja $f(x)$ jest ciągłą. Miejsca nieciągłości funkcyi $f(x)$ tworzą więc w przedziale (0, 1) mnogość *nigdzie gęstą*.

Z uwagi, że rozwiązania równania $f(x) = 0$ leżą w przedziale (0, 1) wszędzie gęsto, wynika też natychmiast, że całka

$$\int_0^1 f(x) dx,$$

o ile istnieje, może być tylko zerem.

Jeżeli jednak założymy, że uważana całka istnieje, to możemy też napisać:

$$\int_0^1 f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{10^n} \sum_{k=0}^{10^n-1} f\left(\frac{k}{10^n}\right) \dots \dots (10).$$

Niech n oznacza daną liczbę naturalną. Obliczymy dla ilu liczb k (z ciągu $0, 1, 2, \dots, 10^n - 1$) mamy

$$f\left(\frac{k}{10^n}\right) = 0 \dots \dots (11).$$

Jeżeli przy pewnych k i n zachodzi równość (11), to w myśl definicyi funkcyi $f(x)$, istnieje wewnątrz $(0, 1)$ taki ułamek $\frac{l}{10^m}$, gdzie $0 < m < n$, oraz:

$$\frac{l}{10^m} - \frac{1}{10^{2m}} < \frac{k}{10^n} < \frac{l}{10^m} + \frac{1}{10^{2m}} \dots \dots (12).$$

Jeżeli takich ułamków $\frac{l}{10^m}$ jest przy danych k i n więcej (w każdym razie może ich być tylko liczba skończona), to najmniejszy z nich będzie (przez liczbę $\frac{k}{10^n}$) w zupełności oznaczonym. Każdy ułamek $\frac{k}{10^n}$, dla którego $f\left(\frac{k}{10^n}\right) = 0$, należy więc do pewnego ułamka $\frac{l}{10^m}$, dla którego $0 < m < n$, oraz dla którego zachodzi nierówność (12).

Przy danem n , do ułamka $\frac{l}{10^m}$ należy conajwyżej

$$2 \frac{10^n}{10^{2m}} + 1$$

ułamków $\frac{k}{10^n}$, gdyż tyle conajwyżej wartości całkowitych może przyjmować k , spełniając (przy danych l, m i n) nierówności (12).

Przy danem m , może l przyjmować tylko $10^m - 1$ różnych wartości, jeżeli $\frac{l}{10^m}$ leży wewnątrz przedziału $(0, 1)$.

Zatem do ułamków o mianowniku 10^m należy mniej niż

$$\left(2 \frac{10^n}{10^{2m}} + 1\right) \cdot 10^m$$

ułamków $\frac{k}{10^n}$.

Lecz m może przybierać tylko wartości: $1, 2, \dots, n - 1$.

Wnosimy stąd, że mniej niż

$$\sum_{m=1}^{n-1} \left(2 \cdot \frac{10^n}{10^{2m}} + 1 \right) \cdot 10^m < \frac{10^n}{3}$$

mamy wszystkich ułamków $\frac{k}{10^n}$ (przy danem n), dla których $f\left(\frac{k}{10^n}\right) = 0$.

W sumie

$$\sum_{k=1}^{10^n-1} f\left(\frac{k}{10^n}\right)$$

mamy zatem więcej niż $\frac{2}{3} 10^n$ składników, dla których $f\left(\frac{k}{10^n}\right) = 1$.

Suma ta będzie więc $> \frac{2}{3} 10^n$, skąd

$$\frac{1}{10^n} \sum_{k=0}^{10^n-1} f\left(\frac{k}{10^n}\right) > \frac{2}{3}.$$

Wyrażenie, napisane po lewej stronie, nie może więc zmierzać do zera, co musiałoby w myśl wzoru (10) zachodzić, gdyby funkcyja $f(x)$ była w przedziale $(0, 1)$ całkowalną.

RÉSUMÉ.

W. Sierpiński:

Contribution à la théorie des intégrales définies.

Communication annoncée 28. V. 1911.

Je démontre les propositions suivantes:

1) *Il existe des fonctions intégrables (au sens de Riemann), qui possèdent une infinité partout dense et partout non dénombrable des discontinuités.*

On peut construire un exemple simple d'une telle fonction, comme il suit. Soit x un nombre irrationnel, dont le développement en fraction décimale contient un nombre fini des chiffres 0; soit p leur nombre: posons $f(x) = \frac{1}{p+1}$. Dans tous les autres cas

c'est à dire pour x rationnels, et pour x irrationnels, admettant une infinité des fois le chiffre 0 dans son développement décimale) posons $f(x) = 0$.

2) *Il existe des fonctions non intégrables* (au sens de Riemann), *pour lesquels l'ensemble des points de discontinuité est non dense.*

3) *L'ensemble de toutes les fonctions intégrables* (au sens de Riemann) *dans un intervalle a la même puissance que l'ensemble de toutes les fonctions, définies dans cet intervalle.*

RÉSUMÉ.

W. Sierpiński:
 Contribution à la théorie des intégrales définies.
 Communiqué par le W. Inst.
 Les deux premières propositions énoncées
 1) Il existe des fonctions intégrables (au sens de Rie-
 mann) qui possèdent une infinité de points de disconti-
 nuité dans un intervalle donné et peuvent non-
 être continues.
 On peut construire un exemple simple d'une telle fonction,
 comme il suit. Soit a un nombre irrationnel, dans le développe-
 ment en fraction décimale de ce nombre, on écrit des chiffres 0
 soit p fois, pour $n = 1, 2, 3, \dots$. Dans tous les autres cas