

K. KOSTANECKI

DOJRZEWANIE I ZAPŁODNIENIE JAJKA
CEREBRATULUS MARGINATUS

Z TABLICAMI IX—XII.

UEBER DIE REIFUNG UND BEFRUCHTUNG
DES EIES VON CEREBRATULUS MARGINATUS

VON

K. KOSTANECKI



W KRAKOWIE

NAKŁADEM AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI SPÓŁKI WYDAWNICZEJ POLSKIEJ

1902



www.dlibra.wum.edu.pl

NOWSZE WYDAWNICTWA
AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI
WYDZIAŁU MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZEGO.

- Pamiętnik Akademii Umiejętności. Wydział matematyczno-przyrodniczy. Tom XVIII. 4^o. str. 243, z 27. tablicami i licznymi rycinami w tekście. Cena 5 złr.
- Rozprawy Akademii Umiejętności. Wydział matematyczno-przyrodniczy. Serya II. tom X, ogólnego zbioru tom XXX, 1896, w 8^o dużej, str. 403, z 12 tablicami i 22 rycinami w tekście. Cena 6 złr.
- E. Bandrowski: O utlenieniu parafenilenodwuaminu, lex. 8^o str. 13. Cena 20 ct.
— O świeceniu podczas krystalizacji, lex. 8-o, str. 8. Cena 10 ct.
- A. Beck: O zmianach ciśnienia krwi w żyłach. lex. 8^o, str. 40, z 20 rycinami w tekście. Cena 70 ct.
— Pomiaru pobudliwości różnych miejsc nerwu za pomocą rozbrojeń kondensatora. lex. 8-o, str. 13. Cena 20 ct.
- A. Beck i N. Cybulski: Dalsze badania zjawisk elektrycznych w korze mózgowej, lex. 8-o, str. 84, z tablicą i 17 rycinami w tekście. Cena 1 złr.
- L. Birkenmajer: Marcin Bylica z Olkusza oraz narzędzia astronomiczne, które zapisał Uniwersytetowi Jagiellońskiemu w roku 1493, z 12 rycinami w tekście lex. 8^o str. 163. Cena 1 fl. 50 ct.
— Wyznaczenie długości wahadła sekundowego w Krakowie, oraz dwóch innych miejscowościach W. Księstwa Krakowskiego, lex. 8-o, str. 68. Cena 80 ct.
— O wpływie temperatury na ruch zegarów. a zwłaszcza chronometrów, lex. 8-o, str. 36. Cena 50 ct.
- Cybulski i Zanietowski: Dalsze doświadczenia z kondensatorami: Zależność pobudzenia nerwów od energii rozbrojenia. lex. 8^o str. 5. Cena 10 ct.
- B. Dębski: O budowie i mechanizmie ruchów liści u marantowatych. lex. 8-o, str. 109, z dwiema tablicami. Cena 1 złr. 25 ct.
- J. Dickstein: O rozwiązaniu kongruencji $z^n - ay^n \equiv 0 \pmod{M}$ lex. 8^o str. 5. Cena 10 ct.
— Hoene Wroński, jego życie i dzieła, lex. 8-o, str. 368. Z portretem Wrońskiego i podobizną jego pisma. Cena 4 złr.
— Wiadomość o korespondencji Kochańskiego z Leibnicem, lex 8-o, str. 9. Cena 10 ct.
- B. Eichler i M. Raciborski: Nowe gatunki zielenic. 8^o str. 11 z tablicą. Cena 20 ct
- B. Eichler i R. Gutwiński: De nonnullis speciebus algarum novarum. lex. 8^o str. 17, z 2 tablicami. Cena 40 ct.
- T. Estreicher: Zachowanie się chlorowcowodorów w niskich temperaturach, lex. 8-o, str. 6. Cena 10 ct.
— O ciśnieniach nasycenia tlenu, lex. 8-o, str. 18. Cena 25 ct.
- E. Godlewski: O nityfikacji amoniaku i źródłach węgla podczas żywienia się fermentów nityfikacyjnych, lex. 8-o, str. 53, z dwiema rycinami w tekście. Cena 60 ct.
- W. Gosiewski: O przekształceniu najprawdopodobniejszym ciała materialnego. lex. 8^o. str. 13. Cena 20 ct.
- J. Grzybowski: Otwornice czerwonych ilów z Wadowic, lex. 8-o, str. 48, z czterema tablicami. Cena 80 ct.
- J. Talko-Hryncewicz: Zarysy leczenia ludowego na Rusi południowej, lex 8^o str. 461. Cena 3 złr.
- E. Janczewski: Cladosporium herbarum i jego najpospolitsze na zbożu towarzysze, lex. 8^o, str. 45 z 4 tablicami. Cena 1 złr.
— Zawilce. Część III. lex. 8^o, str. 20, z tablicą. Cena 40 ct. — Część IV. z dwiema tablicami, str. 26. Cena 50 ct.

**Biblioteka Główna
WUM**

**Biblioteka Główna
WUM
Br.1607**



000031405



www.dlibra.wum.edu.pl

OSOBNIE ODBICIE Z ROZPRAW WYDZIAŁU MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZEGO
AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI W KRAKOWIE
TOM XLII, SER. B.

K. KOSTANECKI

DOJRZEWANIE I ZAPŁODNIENIE JAJKA
CEREBRATULUS MARGINATUS

Z TABLICAMI IX—XII.



W KRAKOWIE
NAKŁADEM AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI SPÓŁKI WYDAWNICZEJ POLSKIEJ
1902.

EXTRAIT DU BULLETIN DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.
MAI 1902.

UEBER DIE REIFUNG UND BEFRUCHTUNG
DES EIES VON CEREBRATULUS MARGINATUS

VON

K. KOSTANECKI



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1902

Séance du 5 Mai 1902.

M. C. KOSTANECKI m. c. Dojrzewanie i zapłodnienie jajka u *Cerebratulus marginatus*. (*Ueber die Reifung und Befruchtung des Eies von Cerebratulus marginatus*). (*Sur la maturation et la fécondation de l'oeuf de Cerebratulus marginatus*). Mémoire présenté par l'auteur dans la Séance du 4. Novembre 1901.

Die Grundlage zu dieser Untersuchung bilden mehrere Serien in regelmässigen Zeitabständen fixierter Eier, bei denen ich selbst im Frühjahr 1897, sodann auf meine Bitte Herr Dr. Siedlecki im Jahre 1899 in Neapel die künstliche Befruchtung vorgenommen hat. Als Fixierungsflüssigkeit diente vor allem das Perennyi'sche Gemisch, sodann Sublimat mit Zusatz von Eisessig. Die nach den von mir bei Gelegenheit anderer Arbeiten beschriebenen Methoden behandelten Eier wurden in Serien à 5 μ . zerlegt und sodann nach der Heidenhain'schen Eisen-Haematoxylinmethode mit Vorfärbung mittelst Bordeaux R gefärbt.

Die frühesten Stadien, in denen ich die Entstehung der Richtungsspindel verfolgen konnte, entstammen Eiern, welche etwa 5 Minuten nach der Befruchtung fixiert wurden. Man gewahrt in denselben neben dem grossen, fast kugeligen Kern zwei Strahlungen mit je einem Centralkörper in der Mitte.

Die Centralkörper der beiden Strahlungen sind durch eine sehr deutliche, starke Centralspindel verbunden, welche in den Fig. 1, 2, 3, 7 der Tafeln aufs klarste zu sehen ist. An der Stelle, wo

die Strahlensonnen die Kernmembran berühren, weist dieselbe deutliche Einbuchtungen, wellenförmige Einkerbungen auf; und da hierdurch die Kernmembran ihren Halt verliert, erscheint sie gewöhnlich auf dem ganzen Umfange wellenartig gefaltet (Fig. 1, 2, 3, 4. 5). In etwas späteren Stadien erscheint der Kern wie ange nagt durch die ihn berührenden Strahlen; sodann senkt sich unter weiterem Wachsthum gewissermassen die ganze achromatische Figur in den Kern hinein. Die Strahlen verbinden sich mit dem Liningerüst desselben und man gewinnt den Eindruck, dass sie auf dessen Kosten wachsen und sich durch seine Vermittelung mit den kleinen Chromosomen in Verbindung setzen, welche sie nach der Mitte der Spindel befördern. Unterdessen schwindet allmählich die Kernmembran; die ganze karyokinetische Spindelfigur ist von den Resten des Kerngerüstes umgeben, welches in der Form eines deutlichen, anfänglich intensiv gefärbten, dann allmählich blässeren körnigen Reticulums erscheint (Fig. 7, 8. u. ff.). Während dieser Umwandlung verschwindet allmählich das Kernkörperchen. Anfänglich erscheint dasselbe auf stärker gefärbten Präparaten ganz einheitlich und sehr intensiv gefärbt (Fig. 1.), auf mehr differencierten Präparaten sieht man in demselben ein dunkleres Gerüst mit hellerer Zwischenmasse (Fig. 5), in späteren Stadien erscheint im Inneren des Kernkörperchens eine an Grösse immer zunehmende helle Vacuole, die äusseren Theile, die wie eine Membran um dieselbe bilden, verlieren immer mehr ihr Tinctionsvermögen, so dass im Augenblick der definitiven Ausbildung der Richtungsspindel das Kernkörperchen überhaupt verschwunden ist.

Die anfängliche Lage der Richtungsspindel ist eine verschiedene, einmal mehr der Eimitte, ein andermal mehr der Eiperipherie zugewendet, was von der wechselnden ursprünglichen Lage der sich entwickelnden achromatischen Figur abhängig ist. Im Verhältnis zum Eidurchmesser liegt die Spindel anfangs schief (Fig. 7, 8) und stellt sich erst dann, der Eiperipherie schon genähert, in einen Eiradius (Fig. 9). Da die aus dem Kerngerüst übrig bleibende körnige Masse mit der Richtungsspindel nach der Eiperipherie hinauf rückt und die grobkörnigen Deutoplasmamassen verdrängt, so bildet sich ein ausgesprochener Gegensatz zwischen dem animalen und vegetativen Pol aus (Fig. 9 u. ff.). In der definitiv ausgebildeten Richtungsspindel sieht man im Aequator die Chromosomen (16 an der Zahl) in der Form von typischen Vierergruppen (Fig. 7, 8).

An den Spindelpolen sieht man kleine, schwarz tingierte, punktförmige Centrosomen, an welche die Strahlen herantreten. Im Aequator der Spindel sieht man eine deutliche Durchkreuzung der Polstrahlungen.

Die Polstrahlung des peripheren Pols nimmt, je mehr sich die Spindel der Eiperipherie nähert, ab. Sobald dessen Centrosoma die Eiperipherie berührt, erscheint an dieser Stelle zunächst eine kleine Einsenkung (Fig. 9), sodann bildet sich erst eine Hervorwölbung, in welche die Hälfte der Spindel sowie der Chromosomen gelangt. An der Abschnürungsstelle des I. Richtungskörpers bildet sich aus den schon vorhin im Aequator an den Centralspindelfasern auftretenden Verdickungen ein deutlicher Zwischenkörper.

Bisweilen sind die Centrosomen am inneren Pol der I Richtungsspindel schon in den Anaphasen doppelt; bevor noch die Ausstossung des I Richtungskörpers vollzogen ist, bereitet sich das Ei zur Ausstossung des II Richtungskörpers vor. Aber auch der periphere Pol der I Richtungsspindel weist sehr häufig doppelte Centrosomen auf, was auf eine Theilung des I Richtungskörpers in zwei Tochterzellen hinweist, wie sie in der That bei *Cerebratulus* sehr häufig zu sehen ist (vergl. Fig. 15 sowie Fig. 17., in welcher der I Richtungskörper eine karyokinetische Spindel im Dispiremstadium aufweist).

Aus den in der Eizelle verbliebenen Chromosomen und den Centrosomen bildet sich, umgeben von dem Hof der feinkörnigen Plasmamasse in typischer Weise die II Richtungsspindel aus, deren einzelne Phasen aus den Figuren 10, 11, 12 zu ersehen sind. An der Abschnürungsstelle bildet sich gleichfalls aus den Verdickungen der Centralspindelfasern ein deutlicher Zwischenkörper aus (vrgl. Fig. 14), der lange Zeit hindurch erhalten bleibt, und von dem aus ein Strahlenbündel in die Eizelle ausgeht (Fig. 16, 18).

Der Samenfaden dringt ins Ei in toto, sammt seiner Geißel hinein, die jedoch bald verschwindet. Seine Eintrittsstelle liegt im Verhältnis zu der Stelle, wo die Richtungskörper ausgestossen werden, sehr verschieden, wie aus den Fig. 5, 8, sodann 10—15 zu ersehen ist. Da der zunächst längliche, dann runde compacte Spermakern von der körnigen Plasmamasse der Eizelle umgeben ist und anfänglich der Strahlung entbehrt, so lässt sich an ihm ein Centrosom nicht nachweisen, deswegen kann man auch die Drehung desselben um 180° , wie sie aus Beobachtungen bei anderen

Thieren bekannt ist, nicht feststellen. Während die Ausstossung des I Richtungskörpers sich vollzieht und die II Richtungsspindel sich zu bilden beginnt, quillt der compacte Spermakopf zu einem bläschenförmigen Kern heran; dicht neben ihm gewahrt man eine zunächst schwache Strahlung mit einem deutlichen Centralkörper in der Mitte (Fig. 10, 11). Während diese Strahlung anfänglich seitlich vom Spermakern liegt, gewinnt sie sodann ihre Lage vor dem Spermakern und geht ihm in der Wanderung gegen den Eikern (resp. anfangs gegen die am animalen Pol gelegene Richtungsspindel) voraus (Fig. 13, 14, 15, 16). Sie gewinnt rasch an Mächtigkeit, ihre Strahlen werden zahlreicher, stärker und länger und drängen die Deutoplasmakörner immer mehr zur Seite. Dabei entfernt sich die Strahlung (vergl. Fig. 13, 14, 15) von dem Spermakern mehr oder weniger weit (bisweilen, wie in der Fig. 15, sogar auf eine sehr bedeutende Strecke) und dringt gegen den feinkörnigen Hof am animalen Pol vor, wohin ihm der Spermakern sodann nachrückt (Fig. 16). Die Centrosomen sind in diesem Stadium gewöhnlich schon verdoppelt (Fig. 13, 15), sehr oft sieht man sie schon bedeutender von einander entfernt und durch eine deutliche Centralspindel verbunden (Fig. 14 und Fig. 12, welche einem disperm befruchteten Ei entstammt; die eine Sperma-Strahlung ist einfach mit einem Centrosom in der Mitte, die zweite enthält zwei durch eine Centralspindel verbundene Centrosomen, um welche sich zwei Strahlensysteme gruppieren). In dem Stadium, wo die Spermastrahlung sammt dem ihr nahe anliegenden Spermakern schon in den feinkörnigen Hof am animalen Pol gelangt ist, erscheint sie stets verdoppelt und ihre Centrosomen liegen bereits ziemlich bedeutend von einander entfernt (Fig. 16).

Während der Zeit sind auch mit den im Ei verbliebenen Chromosomen des Eikerns und ihrer Strahlung bedeutende Veränderungen erfolgt: Die nach der Ausstossung des II Richtungskörpers in der Eizelle verbliebenen 16 Chromosomen (Fig. 14) bilden zunächst ebensoviele kleine bläschenförmige Kerne, welche sich zu mehreren Bläschen (Fig. 15, 16) vereinigen, diese fliessen sodann zu einem einzigen, zunächst lappigen, dann mehr oder weniger runden Kern zusammen. Beide Geschlechtskerne wachsen sodann gleichmässig und erscheinen bald als gleichmässig grosse, in jeder Beziehung gleich aussehende Blasen, welche man nur nach ihrer Lage als Ei- und Spermakern unterscheiden kann. Da sie sich

bei ihrem Wachsthum berühren, so platten sie sich gegenseitig ab und verschmelzen schliesslich zu einem einzigen Kernbläschen.

Die Strahlung, welche am inneren Pol des II Richtungskörpers zur Zeit seiner Abschnürung zu sehen ist (Fig. 14), erhält sich noch einige Zeit, wenn die Umwandlung der Ei-Chromosomen in kleine Bläschen erfolgt (Fig. 15); das vorhin deutlich sichtbare Centrosom ist aber nicht mehr zu sehen; falls es noch vorhanden ist, dürfte es von dem Chromosomen-Bläschenhaufen verdeckt sein. In späteren Stadien wird die Strahlung immer schwächer und man sieht ihre Überreste gewöhnlich zur Seite des lappigen Eikerns gerückt, woraus zu schliessen ist, dass auch hier die von M. Heidenhain als „Telophase“ bezeichnete Verlagerung der achromatischen Theile im Verhältnis zum Kern stattgefunden hat (vergl. Fig. 16, in welcher an einer Seite des Eikerns nur noch ein schwaches Strahlenbündel zu sehen ist). Wenn der Spermakern mit seiner doppelten Strahlung sich noch mehr nähert, schwindet auch dieser letzte Überrest der Eikernstrahlung, und die dem Spermakern vorangehende, mächtig entwickelte Strahlung mit ihren Centrosomen und ihrer, wie ich speciell hervorheben möchte, die ganze Zeit hindurch sehr deutlichen Centralspindel, kommt symmetrisch zwischen die beiden Geschlechtskerne zu liegen (vergl. Fig. 17, 18, 19. In Fig. 18 ist die Centralspindel sehr deutlich zu sehen, da der Schnitt etwas schief gefallen ist und der Eikern nur angeschnitten ist).

Für *Cerebratulus marginatus* kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Centrosomen der ersten Furchungsspindel von dem Spermatozoon stammen. Denn wenn auch bei *Cerebratulus* (ähnlich wie bei *Physa fontinalis* oder bei *Limax* (Mark), bei *Pterotrachea* (Boveri), *Prostheceraeus* (Klinowström), *Pleurophyllidia californica* (MacFarland) u. a.) nach der völligen Annäherung der Geschlechtskerne ein Stadium eintritt, wo die Strahlung undeutlich wird und die Centrosomen infolge dessen nicht gefunden werden können, so halte ich doch die Centrosomen sammt der achromatischen Figur, welche bei *Cerebratulus*, ähnlich wie bei vielen anderen Thieren in dem Augenblick, wenn die Kerne mit ihrer Vorbereitung zur Theilung fertig geworden sind, wieder deutlich hervortreten, für dieselben Gebilde, welche wir im Augenblick der Annäherung der Geschlechtskerne so scharf ausgebildet sahen.

Gegen diese von fast allen Autoren, welche die Befruchtungs-

vorgänge bei verschiedenen Thieren genauer untersucht haben, anerkannte Deutung der Centrosomen der Furchungsspindel, der ich in meiner Arbeit über *Physa fontinalis* eine eingehendere Erörterung gewidmet habe, hat Carnoy Einspruch erhoben, indem er die von dem Spermatozoon eingeführten Centrosomen völlig zu Grunde gehen lässt, dagegen die Centrosomen der ersten Furchungsspindel als ausgewanderte Nucleolen der Geschlechtskerne deutet, welche zur Bildung einer neuen Strahlung Veranlassung geben sollen.

Für diese Deutung der Centrosomen als ausgewandelter Nucleolen der Geschlechtskerne hat Carnoy keine Anhänger gefunden directe Beobachtungen sprechen dagegen (Lillie). Aber mehrere Autoren verwerthen die oben angeführten Angaben von Mark, Boveri, Klinkowström, sodann Kostanecki und Wheeler (*Myzostoma*), Katharina Foot (*Allolobophora foetida*), Coë (*Cerebratulus*), van Name (*Planocera*), Child (*Arenicola*), Lillie (*Unio*), um daraus den Schluss zu ziehen, dass die vom Spermatozoon eingeführten Centrosomen völlig zu Grunde gehen, die Centrosomen der ersten Furchungsspindel aber von neuem entstehen. „I believe that they are egg-products of new origin formed under the influence of the two germ-nuclei“. Lillie, der sich in dieser Weise für *Unio* aussert, stellt allerdings nicht in Abrede, dass bei anderen Thieren die Centrosomen der ersten Furchungsspindel eine andere Herkunft haben können: „I agree therefore that the centrosomes are of no special significance in fertilization. The cleavage centers may arise from the spermcenters, or from the egg-center, or in such a way that there is no discernible relation to either“. Ich glaube indes, dass in einer so fundamentalen Frage ein principieller Unterschied zwischen den verschiedenen Thierspecies nicht bestehen kann, dass hier vielmehr eine Einheitlichkeit herrscht, und nur, sowie in einer Reihe von anderen Einzelheiten des Reifungs- und Befruchtungsprocesses, graduelle Unterschiede vorkommen können, indem derselbe Process bei einer Thierspecies mit grösserer, bei der anderen mit geringerer Deutlichkeit zu Tage tritt.

Von diesem Standpunkte aus sind von besonderer Wichtigkeit Beobachtungen an solchen Thieren, bei denen nach der Annäherung der Geschlechtskerne ein Schwund der dem Spermakern vorangehenden mächtigen Strahlenfigur nicht in dem Masse erfolgt, dass man sie nicht feststellen könnte. So kann ich für die Echinodermen aus eigener Erfahrung die Worte Boveris bestätigen, dass

nach der Verschmelzung der Geschlechtskerne „jene 30—35 Minuten währende Periode folgt, in der die Strahlung zunächst an Intensität sehr stark abnimmt, bis sie schliesslich, wenn der Kern mit seiner Vorbereitung zur Theilung fertig geworden ist, von neuem wieder mächtig wird“.

Griffin stellt bei *Thalassema* fest: „In *Thalassema* the pause is of short duration, and while the asters are a trifle less distinct, they nevertheless show clearly throughout, and the persistence of their focal centrosome is easily demonstrated.“

„From the above it is quite evident that the centrosomes persist entire throughout the whole of the critical stage where, in so many forms, they have been lost sight of“.

Dasselbe stellt Crampton für *Molgula* (eine *Ascidie*) fest, dessen Befunde ich nach Lillie citiere: „This egg offers especially clear evidence of the persistence of the sperm-centrosomes in the cleavage, because there are no asters associated with the maturation spindles, and the sperm-asters are perfectly distinct. and persistent from the time of entrance of the spermatozoon.“

Derartige Beobachtungen, die sich gewiss mehren dürften, sprechen gegen die Beteiligung der beiden Geschlechtskerne an der Genese der Centrosomen der ersten Furchungsspindel und entziehen vollends den Boden der Carnoy'schen Behauptung, wonach die ausgewanderten Nucleolen der beiden Geschlechtskerne zu Centrosomen der Furchungsspindel werden sollen.

Gegen diese Anschauung sprechen auch die Beobachtungen bei der Polyspermie, wo bekanntlich die Zahl der Pole der mehrpoligen Figuren der doppelten Anzahl der eingedrungenen Samenfäden entspricht, also $2n$. während sie im Sinne der Carnoy'schen Auffassung $n + 1$ betragen müsste, ferner die Experimente mit der Befruchtung kernloser Eistücke.

In meiner Arbeit über *Physa fontinalis* habe ich bei Besprechung des Schwundes der Spermastrahlung und des Auftretens der Furchungsspindel mich dahin geäußert:

„Während der ganzen Zeit, wo die Thätigkeit der protoplasmatischen Strahlen nicht in Anspruch genommen wird, wo sie keine Aufgabe zu erfüllen haben, geht mit ihnen dieselbe Veränderung vor, die nach jeder Mitose an jeder Zelle, wenn sie ins Ruhestadium übergeht, in dem protoplasmatischen Fadengerüst wahrzunehmen ist: die Strahlung wird undeutlich, geht in eine

netzförmige Anordnung über. oder sie verliert sich in einer „entsprechenden molecularen Gruppierung“, die dann im gegebenen Augenblick durch eine der physiologischen Erregung entsprechende histologische Differenzierung wieder in Strahlenform sichtbar wird. In Anbetracht des ganzen weiteren Verlaufs des Processes können und müssen wir annehmen, dass das ganze Strahlensystem (Centralspindel und das Centrosoma, Polstrahlung und die nach den Kernen gerichteten Strahlenkegel) auch hier, wenn auch in modificierter Form, vorhanden sind“.

Coë, der bezüglich der Identität der Spermacentrosomen und der Centrosomen der Furchungsspindel meine Anschauung völlig theilt, ist jedoch der Ansicht, dass dies nicht auch für die Strahlenfigur gilt: „These new asters are entirely new formations and can have absolutely no relations with the old radiations of the sperm asters unless it be that they have the same centrosomes“.

Ich glaube indes an meiner Behauptung in der obigen Fassung festhalten zu müssen. Wenn wir das Auftreten der achromatischen Figur der I Furchungsspindel sammt ihrem ganzen Apparat (Zugfasern, Polstrahlung, Centralspindel) mit der sich nur langsam vollziehenden Entwicklung der achromatischen Figur bei jeder Karyokinese, sodann mit der so langsamen Entwicklung der Spermastrahlung vergleichen, so muss uns der auffallende Unterschied zu dem Schluss führen, dass diese achromatische Figur ihre Entstehung der vorhin schon durchgeführten und vorbereiteten dicentrischen Gruppierung und Anordnung des protoplasmatischen Gerüstes verdankt, wobei natürlich nicht Strahl für Strahl identisch mit den vorhin existierenden sein muss.

Dojrzewanie i zapłodnienie jajka *Cerebratulus marginatus*.

Przez

K. Kostaneckiego.

Wniesiono na posiedzeniu Wydziału matem.-przyr. z dnia 4 maja 1902 r.

Z tablicą IX—XII.

Podczas mego pobytu w Neapolu w miesiącu marcu i kwietniu 1897 r. robiłem doświadczenia ze sztucznem zapłodnieniem jajek taśmowca *Cerebratulus marginatus*.

Małe kawałki różnych indywiduów tego zwierzęcia wkładałem do naczynia z większą ilością wody morskiej, przyczem z poprzecinanych narządów płciowych wydostawały się jajka i plemniki w dużej ilości. Na cały szereg doświadczeń niektóre tylko dały zadawalający rezultat. Ponieważ w materiale przywiezionym nie znalazłem wszystkich potrzebnych okresów, przeto na prośbę mą nadesłał mi p. dr. Siedlecki podczas swego pobytu w Neapolu wiosną 1899 r. 4 kompletne serye zapłodnionych jajek z *Cerebratulus marginatus*. Zbierał on osobno w wodzie morskiej nasienie i jajka, które uzyskiwał przez podłużne rozcinanie zwierzęcia, i następnie dopiero dodawał plemniki do jajek. P. dr. Siedlecki podnosi również trudności w uzyskaniu zupełnie prawidłowo zapłodnionych jajek; przytem również zauważył, że cały proces nie zawsze równie szybko przebiega. Z trzech seryi przez niego nadesłanych upłynęło :

	I serya	II serya	III serya
do wydzielenia I ciała kierunkowego	55 minut	1 godz. 10 m.	55 m. do 1 godz. 5 m.
do wydzielenia II ciała kierunkowego	1 godz. 10 m.	2 godz. 15 m.	1 godz. 20 m. do 1 g. 35 m.
do podziału na pierwsze dwie komórki	2 godz. 40 m.	3 godz. 5 m.	2 godz. 20 m. do 2 g. 30 m.

Czasem jednakowoż ciało kierunkowe pojawiało się dopiero w 3 godziny i 15 minut, podobnie i następujące okresy przebiegały wówczas w niezmiernie zwolnionem tempie.

Za podstawę do niniejszej pracy posłużyły mi głównie preparaty z tych seryi, w których cała sprawa zapłodnienia przebiegała w szybkim tempie; dawały one bowiem gwarancję prawidłowego przebiegu. W seryach bowiem, w których proces ten odbywał się wolniej, napotykałem bardzo wielką ilość polispermii i innych nieprawidłowych figur.

Zapłodnione jajka z *Cerebratulus marginatus* utrwalaliśmy w krótkich odstępach czasu w najrozmaitszych płynach, z których przedewszystkiem płyn Peperennyjego i sublimat z kwasem octowym okazały się najlepszymi. Przeważna część rysunków wykonana jest wedle preparatów utrwalonych w płynie Perennyjego. Utrwalone preparaty przeprowadzaliśmy bardzo ostrożnie i stopniowo przez alkohole coraz silniejsze (poczynając od 70% w preparatach z płynu Perennyjego), następnie przez alkohol z chloroformem, chloroform, chloroform nasycony parafiną, parafinę 48°, 52°, zatapialiśmy zaś w parafinie 55°.

W ten sposób zatopione preparaty krajaliśmy seryami na skrawki grubości 5 μ i barwiliśmy je metodą M. Heidenhaina, tj. hematoksyliną i siarkanem żelazawym, podbarwiając poprzednio barwikiem Bordeaux R.

Rysunki robiono zapomocą aparatu Abbe'go, używając apochromatycznej immersyi Zeissa 2,00 — 1,30 z okulem 4. Dojrzewanie i zapłodnienie jajka z *Cerebratulus marginatus* opisał w roku 1899, już po zgromadzeniu przezemnie materiału i częściowem jego opracowaniu, Coë. Ponieważ jednakowoż rezultaty badań mych częściowo uzupełniają badania Coëgo częściowo różnią się od nich, a ponieważ i w zapatrywaniach naszych niejedna istnieje różnica, przeto uważałem za konieczne wyniki me ogłosić,

tembardziej, że na nich opiera się druga ma praca uwzględniająca nieprawidłowości w procesie wydzielania ciałek kierunkowych.

Wydzielanie ciałek kierunkowych rozpoczyna się u *Cerebratulus*, podobnie jak u przeważnej części zwierząt, dopiero po wnikięciu plemnika do jajka; toteż obydwie procesy, tj. proces dojrzewania i zapłodnienia przebiegają równocześnie, ponieważ jednak obydwie procesy rozgrywają się w pewnym od siebie oddaleniu i stąd achromatyczne figury promieniste nie kolidują ze sobą, przeto przebiegają one do pewnego stopnia niezależnie.

Okres dojrzewania jajek.

Niedojrzałe jajka z *Cerebratulus marginatus* posiadają wielkie zupełnie kuliste jądro z wybitnym i bardzo dużym jąderkiem. Jądro to ma bardzo silną oponę jądrową i zrąb chromatynowy w postaci gęstej siatki, składającej się z ziarnistych niteczek, wśród których miejscami widać większe ziarniste grudki chromatynowe.

Centrosomu wśród plazmy odróżnić nie można; wobec tego że jest on bardzo mały, wobec tego, że opona jądra i gęsty zrąb chromatynowy silnie się barwią, wobec tego wreszcie, że plazma wypełniona jest mnóstwem dość dużych i silnie światło łamiących ziarn deutoplazmy, a pomiędzy nimi tworzą jakby siatkę maleńkie ziarenka silniej barwik chłonna, możliwość wykazania centrosomu, jeśli nie jest on otoczony promieniowaniem, z góry jest wykluczona.

Najwcześniejsze stadya, które na skrawkach badałem, były jajka utrwalone w 5—10 minut po zapłodnieniu i tu zauważyć zaraz można tuż obok jądra dwa bardzo blisko siebie leżące promieniowania z centrosomami.

Okresu wcześniejszego, tj. okresu, w którym widoczny byłby jeden albo też dwa, tuż obok siebie leżące centrosomy, w preparatach swych, tak samo jak Coë znaleźć nie mogłem, sądzę, że i tutaj głównie ziarnistość plazmy i brak promieniowania był tego powodem. choć nie można wykluczyć możliwości, że jeszcze w jajku niezapłodnionem centrosomy od siebie się oddaliły, a dopiero gdy otoczyły się promieniowaniem, stały się widoczne.

Szczególnością chciałbym zwrócić uwagę na to, iż od najwcze-

śniejszego okresu promieniste gwiazdy są między sobą połączone bardzo wybitnymi i wyraźnymi nitkami tworzącymi typowe zupełnie wrzecionko środkowe (Centralspindel) biegnące od centrosomu do centrosomu. Ryc. 1—3 dają tak typowe obrazy tego wrzecionka, że istnienie jego nie ulega najmniejszej wątpliwości. Jeżeli Coś o istnieniu wrzecionka tego nie wspomina, to sędzę, iż miał głównie skrawki, w których płaszczyna cięcia nie natrafiła na wrzecionko; tak w tych rysunkach, jako też i w dalszych okresach rozwoju figury achromatycznej I ciała kierunkowego starałem się dać właśnie takie skrawki, na których cała figura achromatyczna byłaby widoczną. Z chwilą ukazania się promieniowań zaczyna się też zmieniać najzupełniej obraz, jaki przedstawia opona jądrowa. W miejscu tem bowiem opona jądra jest wpuklona i pofałdowana (Ryc. 4. 5), a tam gdzie promienie dotykają jądra, jakby nadżarta, prócz tego nagina się ona niejako także względem wrzecionka środkowego, powstającego między obydwoma centrosomami. Naturalnie, że obraz zmienia się niezmiernie zależnie od tego, z której strony nacięte jest jajko, a zatem z której strony spoglądamy czy to na całą figurę achromatyczną, czy też na częściowo nacięty jej kawałek. por. Ryc. 1—6. Najwyraźniej śledzić można stosunku tego wówczas, jeśli płaszczyna przecięcia wypadła w ten sposób, że obok jądra z którejkolwiek strony widzimy całe wrzecionko achromatyczne (Ryc. 1—3) albo też wówczas, jeśli jajko nacięte jest w ten sposób, że ponad jądrem, w stosunku do oka patrzącego. widzimy leżące wrzecionko z centrosomami i promieniowaniami; najlepiej wówczas widzimy zupełne wyźłobienie w oponie jądrowej, przeznaczone dla figury achromatycznej. Wgłębienie to w oponie jądrowej pochodzi stąd, że centrosomy oddalając się nawet i znacznie od siebie, leżą w ten sposób, że gdybyśmy uzupełnili sobie obwód koła jądra w przekroju, centrosomy położeniem swem odpowiadałyby obwodowi koła. Promieniowania zatem i wrzecionko środkowe między nimi wtłaczają najpierw oponę jądra ku wewnątrz; w dalszym zaś ciągu w miarę zwiększania się i oddalania się promieniowań zaczyna ona w tych miejscach na większej przestrzeni zanikać, tracąc zaś w ten sposób swoje napięcie, fałduje się na całym obwodzie; to też na skrawkach z tego okresu widać kontur opony jądrowej nawet w tych miejscach, gdzie nie przylega figura achromatyczna, nie okrągły, tworzący obwód koła, lecz biegnący po linii drobnofalistej.

Gdy w miejscach, w których promienie zetknęły się z oponą

jądra, zacznie ona zanikać, promienie coraz wyraźniej zaczynają wrastać do wnętrza jądra i tutaj łączą się z siatką lininy, wzrastając jej kosztem.

Opisany powyżej stosunek figury achromatycznej do jądra niezmiernie przypomina obrazy, które widziałem i opisałem w pracy o dojrzewaniu jajka u *Myzostoma glabrum*; niektóre podobne obrazy opisał również Coë u *Cerebratulus*, Wheeler u *Myzostoma glabrum*, prócz tego Griffin u *Thalassema*, Stauffacher u *Cyclas cornea*, Korschelt u *Ophryotrocha puerilis* i i.

W miarę wzrastania figury achromatycznej zaczynają się i w obrębie jądra coraz wybitniejsze zmiany: opona jądrowa barwi się coraz słabiej, jak gdyby się powoli rozpuszczała, wreszcie zupełnie znika (Ryc. 7); w zrębie jądrowym zaś chromatyna grupuje się w kilkanaście małych chromosomów, które zdumiewają swą małością w stosunku do wielkości jądra. Przez to, że promienie achromatyczne wrósłszy do jądra zasymilowały częściowo jego lininę, zyskały one połączenie z chromosomami. Tym też właśnie promieniom przypisać niezawodnie trzeba zmianę w położeniu chromosomów, które pierwotnie rozrzucone po olbrzymim jądrze, później coraz więcej zbliżają się do osi wrzecionka achromatycznego. Reszta zrębu jądrowego, która pierwotnie barwiła się intensywnie barwikami jądrowymi, teraz zabarwia się nimi również, ale jaśniej, przytem pierwotna siatka zamienia się coraz więcej na drobnoziarnistą masę, choć przypominającą jeszcze pierwotny siatkowaty układ. Ta drobnoziarnista masa, po zniknięciu opony jądrowej nie miesza się, w ścisłym tego słowa znaczeniu, z plazmą jajka zawierającą duże charakterystyczne ziarna deutoplazmy; tworzy ona przeciwnie wybitną, odrębną wyglądającą przestrzeń, tem się odznaczającą, że składa się z drobnoziarnistej masy odmiennie się barwiącej w stosunku do reszty ciała komórkowego jajka, zawierającej duże ziarna deutoplazmatyczne. W tej właśnie części układu się w dalszym swym rozwoju wrzecionko I ciała kierunkowego i gdy pierwotnie leżało bardziej ubocznie, później zajmuje ono coraz to więcej jej środek (Ryc. 7). Promienie wrzecionka zachowują się przytem wobec barwików w ten sposób, że barwią się wybitnie barwikami protoplazmatycznymi. Toteż na preparatach podbarwianych przez bordeaux R. i barwionych następnie hematoksyliną oraz siarkanem żelazawym obraz jajka w tym stanie przedstawia się w bardzo charakterystyczny sposób. Ciało komórki, o ile zawiera ziarna proto-

plazmy, jest czerwone, przestrzeń zaś komórki zawierająca pozostałe części składowe jądra zabarwiona jest wybitnie niebiesko. Leżące wśród niej wrzecionko achromatyczne i cała figura promienista ma barwę wybitnie czerwoną. chromosomy zaś i delikatne niezmiernie centrosomy barwę czarną.

Jak powyżej wspomniałem. w jądrze jajka widzimy wybitne bardzo, duże jąderko. Na preparatach silnie zabarwionych metodą Heidenhaina widzimy jąderko zabarwione jednolicie czarno, na preparatach cokolwiek słabiej zabarwionych. spostrzedz można w jąderku bardzo wyraźną siatkę i miejscami bardziej zgęszczoną masę. Wmiarę rozwoju figury achromatycznej jednak i wmiarę, jak postępuje zanik opony jądrowej, i jąderko ulega zmianom, wewnątrz jąderka zamienia się na przezroczystą, niebarwiącą się ciecz, obwodowe części tworzące jak gdyby osłonkę, również barwią się mniej intensywnie, wreszcie i te się rozpuszczają w otaczającej plazmie tak, że z chwilą zupełnego wytworzenia się wrzecionka I ciała kierunkowego jąderka zazwyczaj już ani śladu się nie spotyka.

Położenie pierwotne wrzecionka I ciała kierunkowego jest nie zawsze równe; zależy ono nasamprzód od tego, czy jądro jajka niedojrzałego, które zawsze leży ekscentrycznie, leżało bliżej środka komórki czy też. jak to najczęściej bywa, zbliżone było zupełnie do obwodu, następnie od tego, z którego boku zaczęło się rozwijać wrzecionko achromatyczne. Jeżeli np. jądro leżało zbliżone do obwodu jajka, wówczas najczęściej rozwijające się wrzecionko leży z boku, czasem bardziej ku środkowi jajka, często jednakowoż spostrzedz można także wrzecionko rozwijające się w tym wązkim pasku plazmy, jaki pozostaje między jądrem, a między obwodem jajka, Z tego różnego pierwotnego położenia wrzecionka achromatycznego wnioskować można, że i położenie centrosomu w niedojrzałym jajku nie zawsze jest to samo.

Z powyższych uwag wynika także, że wrzecionko po swem ostatecznym wytworzeniu się rzadko będzie leżało w środku jajka, ale raz mniej, raz więcej zbliżone do obwodu, co więcej, że również i stosunek do promienia jajka będzie zmienny, a więc raz więcej, drugi raz mniej skośnie będzie ustawione. Wrzecionko skrecając się z tego skośnego położenia (Ryc. 8) ustawia się w promieniu jajka i zbliża się coraz więcej do obwodu (Ryc. 9.), przyczem ziarna deutoplazmy ustępują miejsca ziarnistej plazmie, która od chwili rozpadu jądra tworzyła otoczenie wrzecionka; toteż z chwilą

gdy figura karyokinetyczna podsunie się, otoczona tą ziarnistą masą do obwodu jajka, wytwarza się wybitna różnica między biegunem rozrodczym (animalnym) a biegunem odżywczym (wegetatywnym), na którym gromadzi się gruboziarnista masa deutoplazmatyczna (poc. Ryc. 9 i nast.)

W rozwinięciem zupełnie wrzecionku I ciała kierunkowego widać chromosomy kształtu grup czworaczych w liczbie 16, ułożone w równiku w gwiazdkę macierzystą, wrzecionko samo składające się z dwóch stożków promieni zdążających ku chromosomom i wrzecionka centralnego, którego rozwój śledziliśmy poprzednio, jest niezmiernie wybitne i utworzone z gęstych promieni; o jego istnieniu przekonamy się, skoro się tylko rozpocznie metakineza. Na wierzchołkach jego widać bardzo wyraźne, choć małe, czarne centrosomy, od których rozchodzą się promieniste kule, wytworzone z gęstych i delikatnych promieni biegunowych. W otoczeniu centrosomów promienie leżą niezmiernie blisko siebie, ale można je wysledzić aż do samych centrosomów. Jednolitego pola dokoła centrosomów, jak to opisuje Coë, na preparatach dobrze utrwalonych niema, tylko, jak to w poprzednich moich pracach miałem sposobność zauważyć, promienie ku centrosomowi są delikatniejsze i stąd w otoczeniu centrosomu rysuje się nie raz jaśniejsze, ale zawsze promieniste pole (Ryc. 6.) Jest to punkt, na który zwracałem szczególną uwagę ze względu na sprzeczne do dziś dnia pod tym względem zapatrywania różnych autorów. Chciałbym jeszcze zwrócić uwagę i na to, że czasem na jednym z biegunów figury karyokinetycznej jeszcze w anafazie widziałem dwa, tuż obok siebie leżące centrosomy; jest to dowód żywotności jajka, które nie przeprowadziwszy jeszcze wydzielenia I ciała kierunkowego, przez podział jednego centrosomu już poczęło przygotowywać wydzielenie II ciała.

Dopokąd promienie na obydwu biegunach są równie silne, widać wyraźnie skrzyżowanie ich po obu stronach wrzecionka, ponieważ promienie idące od centrosomu nie zatrzymują się w równiku wrzecionka, lecz widoczne są jeszcze na dłuższej przestrzeni po stronie przeciwległej (Ryc. 7, 8). Wmiarę podsuwania się jednakowoż wrzecionka ku powierzchni, promienie bieguna obwodowego coraz to więcej słabną i zanikają, w podobny sposób, jak to opisałem u *Physa fontinalis*, u *Myzostoma glabrum*, *Bochenek* u *Aplysia depilans*. Skoro centrosom zewnętrzny dotknie obwodu jajka, zaznacza się w tem miej-

scu najpierw wybitne zagłębienie (Ryc. 9), tworzy się zupełny dołek na powierzchni, a dopiero następnie zaczyna się w temże miejscu tworzyć wzgórek, w który wchodzi połowa wrzecionka środkowego ze swym centrosomem i z chromosomami, które powstały z podziału pierwotnych krążków; już w stadium gwiazdy macierzystej zaczęły się one wydłużać tak, że przybierały kształt jak gdyby dwóch pętli końcami swymi sklejonych (Ryc. 9), a następnie w tem miejscu sklejenia rozszczepiły się i przybrały kształt owalnych ciał chromatynowych. W równiku wrzecionka widoczne są zgrubienia nitek, które podczas następującego zaraz potem przewężenia zostają zaciśnięte i tworzą wybitne, silnie się barwiące ciało międzykomórkowe, utrzymujące się jeszcze jakiś czas po oddzieleniu się I ciała kierunkowego. Ciało kierunkowe nie zawierając w sobie tworów deutoplazmatycznych, przedstawia się jasno, plazma jego jest drobnziarnista.

Nierzadko spotyka się u *Cerebratulus* nietylko na biegunie wewnętrznym, ale także i na biegunie zewnętrznym, obwodowym, dwa centrosomy i częściowo wskutek tego rozszczepione wrzecionko. To zdwojenie centrosomu może być widoczne już bardzo wcześnie zanim jeszcze na powierzchni jajka zacznie się wznosić wzgórek protoplazmatyczny (Ryc. 9). Coś opisuje ten podział centrosomu, który ma przejść w I ciało kierunkowe, na dwa, jako stały objaw —; chociaż spostrzegałem go często, za stały objaw uważać go nie mogę, ponieważ nierzadko spostrzegałem jeden tylko centrosom na obwodzie i również I ciało kierunkowe niepodzielone. Widziałem obrazy z podwójnymi centrosomami przez cały dalszy szereg okresów aż do wydzielenia I ciała kierunkowego. Niewątpliwie dalszym objawem tego zjawiska jest i to, że w wydzielonym już I ciałku kierunkowym widziałem nieraz zupełnie wybitne wrzecionko karyokinetyczne z wyraźnymi centrosomami na biegunach (Ryc. 17), jako też i to, że raz po raz spotykałem I ciałko kierunkowe podzielone na dwa (Ryc. 14, 15).

Z chromosomów, które pozostały w jajku, nie tworzy się jądro spoczynkowe, z leżącego obok, nich centrosomu i promieni achromatycznych zaczyna się tworzyć zaraz ponowne wrzecionko (Ryc. 10) i często już podczas metakinezy, gdy wydzielanie I ciała kierunkowego nie jest jeszcze ukończone, a nieraz wcześniej, bo w okresie gwiazdy macierzystej, widzieć można na wewnętrznym biegunie dwa centrosomy i poczynającą się tworzyć figurę achro-

matyczną, prowadzącą do wytworzenia się wrzecionka II ciała kierunkowego, t. j. wrzecionko środkowe i dwa promieniowania biegunowe. Po wytworzeniu się ostatecznym (Ryc. 11, 12) cała figura karyokinetyczna II ciała kierunkowego jest jednakowoż mniejsza i delikatniejsza aniżeli we wrzecionku I ciała kierunkowego, wrzecionko środkowe jest krótsze i ilość promieni biegunowych znacznie mniejsza. Poza tem cały proces wydzielania II ciała kierunkowego nie różni się niczem od procesu opisanego powyżej o I ciałku kierunkowym; -- wrzecionko ze swego pierwotnego poprzecznego położenia układa się najpierw skośnie, potem powoli ustawia się w promieniu jajka; znowuż gdy jego centrosom obwodowy dotknie powierzchni jajka, tworzy się na niej małe zagłębienie, następnie w tem samym miejscu tworzy się wznórek, w który wchodzi połowa wrzecionka z centrosomem i chromosomami, poczem następuje przewężenie i odcięcie drugiego ciała kierunkowego, które podobnie jak u wielu innych zwierząt, jest mniejsze od pierwszego.

Ze zgrubień wrzecionka środkowego, tworzy się w miejscu przewężenia wybitne ciało międzykomórkowe (Ryc. 14), które przez długi czas łączy drugie ciało kierunkowe z jajkiem (Ryc. 16, 18), i od którego nawet w późniejszych stadyach można zauważyć wiązkę promieni rozchodzącą się w jajku, skierowaną ku pęcherzykowatemu jądru jajka, które się tymczasem zaczyna tworzyć z pozostałych w jajku chromosomów.

Cała figura achromatyczna należąca do II ciała kierunkowego leży podobnie, jak to widzieliśmy u I ciała kierunkowego, w polu drobnoziarnistej plazmy, większe ziarna deutoplazmatyczne barwiące się silnie w bordeaux R. leżą dopiero w pewnym oddaleniu.

Zapłodnienie.

Plemniki z *Cerebratulus marginatus* wnika cały, tj. wraz z witką do wnętrza jajka; główka jego jest mała tak, że po zniknięciu witki, co następuje bardzo wczesnie, nieraz z trudnością odnaleźć ją można wśród gruboziarnistej masy ciała komórkowego. W stosunku do miejsca w którym wydzielają się ciała kierunkowe, położenie plemnika może być bardzo różne; widzi go się nieraz, ale nie najczęściej, jak to twierdzi Coë. na biegunie przeciwnym

(wegetatywnym, odżywczym), częściej z boku, a więc przez to bliżej wrzecionka ciała kierunkowego (Ryc. 5, 8).

Podczas wydzielenia I ciała kierunkowego leży główka plemnika zawsze blisko obwodu, najpierw jest wydłużona, na jednym końcu grubsza, na drugim końcu ostro zakończona, dość wcześnie jednakowoż przybiera kształt kulisty. Z powodu grubych ziarn deutoplazmatycznych centrosomu obok niej zauważyć nie można, skutkiem tego nie można też wykazać obrotu główki z centrosomem o 180°; możemy o tem wnioskować jednakowoż z tego, że gdy potem pojawia się promieniowanie z centrosomem, leży ono albo z boku obok główki plemnika, albo też poprzedza ją, gdy natomiast w plemniku centrosom leży, jak wiadomo, poza główką w pasemku łącznym.

Podczas wydzielania I ciała kierunkowego główka plemnika powoli pęcznieje, nie tracąc jednakowoż cechy jednostajnie zabarwionej bryłki chromatyny. Wybitniejsze zmiany występują podczas wydzielania II ciała kierunkowego. Na skrawkach z tego okresu widać, jak pierwotnie zbita masa chromatyny zaczyna się przekształcać na pęcherzykowane jądro (Ryc. 10, 11); najpierw zaczyna się wznosić ponad nią delikatna opona jądrowa, a przestrzeń między nią a chromatyną wypełnia się przezroczystą zupełnie i niebarwiącą się cieczą, sokiem jądrowym; przez to zamienia się jądro na pęcherzyk mniej lub więcej kulisty albo też nieregularnego kształtu. Chromatyna w pierwszej chwili ułożona jest w niem w postaci pasma lub bryły o nieregularnych, nierównych konturach, otoczonej zewsząd sokiem jądrowym. Z pasma tego zaczynają się potem dopiero wydłużać wypustki, które zbliżają się do opony jądrowej i powoli w miarę wzrastania jądra przeobraża się całe pasmo chromatyny na typową siatkę zrębu chromatynowego.

Od chwili, gdy tylko wytwarzać się zaczyna osłonka jądra, pojawia się obok niego centrosom ze słabem najpierw, a potem coraz silniej wzrastającym promieniowaniem. Cała figura achromatyczna plemnika leży początkowo blisko jądra i zazwyczaj też razem posuwają się w głąb jajka, torując sobie drogę wśród ciała komórkowego przez ziarna deutoplazmy, które odpychają ku obwodowi, zdążając ku biegunowi zarodkowemu, na którym odbywa się wydzielanie ciałek kierunkowych. W chwili, gdy już przed główką plemnika wytworzyła się wybitna sfera, pęcherzyk jądra wysyła nieraz ku niej szeroką wydłużoną wypustkę, przez co może ono wówczas przybrać kształt jakby gruszkowaty. Długość drogi, jaką

plemnik z promieniowaniem swem przebywa, zależna jest od tego, w którym miejscu powierzchni jajka wniknął.

W okresie tym, gdy plemnik zdąża ku jądru jajka, obraz jego promieniowania jest nie zawsze równy, widzimy tu tesame wahania, które spostrzegamy także i u innych zwierząt (por. prace Vejdovskiego, Boveriego, Wilsona, Lillie, Meada, Klinkowströma, Griffina, Kathariny Foot, Bochenka, Gólskiego, Francotte, Rückerta, Korschelta, van der Strichta. moje i i.). Porównyując moje preparaty z opisem Coëgo mam wrażenie, iż w moich seryach wahania te zarówno co do miejsca wnikania plemnika, jako też co do stosunku jego promieniowania są częstsze, aniżeli w jego preparatach. Promieniowanie mianowicie wraz ze swym centrosomem pozostaje albo wciąż w najbliższej styczności z jądrem, poprzedzając je lub też leżąc ukośnie, albo też może się od główki plemnika oddalić, poprzedzając ją na znacznieszą przestrzeń. Przytem centrosom albo pozostaje przez dłuższy czas niepodzielony (Ryc. 13) i tworzy środek jednego tylko promieniowania. albo też dzieli się na dwa centrosomy (Ryc. 14, 15), które potem oddalają się na znacznieszą przestrzeń i około których grupują się dwa promieniowania połączone wyraźnym wrzecionkiem środkowym, biegnącym od centrosomu do centrosomu. Na ryc. 12 widzimy skrawek jajka zapłodnionego dwoma plemnikami, promieniowanie jednego z nich zawiera jeden tylko centrosom, drugie podzieliło się na dwa, schodzące się w dwóch centrosomach połączonych ze sobą wrzecionkiem środkowym. Wrzecionka tego można śledzić od pierwszych początków aż do tego okresu, gdy jądro plemnika zbliży się do jądra jajka tak, że nie mogą się zgodzić z twierdzeniem Coëgo, jakoby w późniejszym stadyum zanikało. Przez cały ten czas centrosomy widoczne są jako małe, w hematoksylinie z żelazem czarno się barwiące punkty, do których bezpośrednio dochodzą i przyczepiają się promienie sfery plemnika. Jaśniejsze pole około centrosomu, które Coë opisuje jako zupełnie jednolite, w moich preparatach złożone jest z delikatnych promieni. Jeżeli promieniowanie plemnika wraz z centrosomem leży zupełnie blisko jądra, wówczas promienie skierowane ku jądru obejmują je jakby płaszczem, rozchodząc się w tem miejscu, przyczem zmuszone są przyjąć przebieg nieco wygięty, łukowaty. Gdy już jądro plemnika wzrośnie do wielkości znacznieszego pęcherzyka, leży ono zawsze blisko promieniowań z centrosomami (Ryc. 16), które je obejmują; widocznie więc jądro podsu-

nęło się ku swym promieniowaniom. Zbliżenie to wytłómaczyćby można albo tem, że przyjmuje się jako hipotezę, jak to w pracy nad zapłodnieniem u *Physa fontinalis* akcentowałem, iż pomiędzy promieniowaniem, a jądrem plemnika pozostał mimo oddalenia ciągły związek, (choć wyrażnie zaznaczam, że niteczek biegnących ku jądru plemnika od jego centrosomów wykazać nie można, musiałyby więc pośredniczyć tu siatka protoplazmatyczna) — albo też przyjąć trzeba samodzielny ruch jądra plemnika, skierowany ku jego sferze achromatycznej.

Stosunek figury achromatycznej plemnika do figury achromatycznej jądra jajka.

Opisaliśmy w poprzednich uwagach proces dojrzewania jajka jako też proces zapłodnienia o tyle, o ile obydwie te procesy rozgrywają się w pewnym od siebie oddaleniu, a zatem do pewnego stopnia niezależnie od siebie. Pozostawiliśmy jądro jajka w tej chwili, gdy po wydzieleniu II ciała kierunkowego pozostało w jajku 16 chromosomów gwiazdy potomnej. Z tych chromosomów tworzą się następnie, podobnie jak opisywał u Annelidów Mead, w tejże ilości, małe pęcherzyki, które zachowują na razie pierwotny układ chromosomów. Powoli dopiero zaczynają się te pojedyncze pęcherzyki ze sobą zlewać w większe pęcherzyki (Ryc. 15), łączące się ze sobą w jądro płotowate (Ryc. 16), które następnie przez wyrównywanie się powierzchni zamienia się powoli na pęcherzyk kształtu kulistego. Często jednakowoż, jeszcze w chwili spotkania się obu jąder, widzieć można nie kuliste, lecz płotowate jądro jajka (Ryc. 17, 19); tak samo jak i jądro plemnika, jak powyżej widzieliśmy, może być również wielkokszałtne, a nie zawsze kuliste (Ryc. 16 — 19).

Obydwie jądra spotkawszy się ze sobą, są już zazwyczaj równie wielkie albo też niedługo dosięgają równej wielkości, następnie wzrastają do olbrzymich rozmiarów (Ryc. 19), tworząc pęcherzyki, wśród których wytwarza się wybitny, siatkowaty zrąb chromatynowy i również jąderka.

W miejscu gdzie jądra się spotykają, zaczynają się nawzajem spłaszczać, wreszcie zlewają się w jedno jądro.

Skoro chromosomy jądra jajka zaczynają już tworzyć małe

pęcherzyki, które następnie się zlewają, widoczne jeszcze jest na wewnątrz nich, w tem samym miejscu, gdzie i pierwotnie leżało (Ryc. 14), wybitne promieniowanie, a w niem nawet centrosom. Promieniowanie przez dłuższy czas nie jest bynajmniej słabsze, aniżeli było w chwili wydzielania się II ciała kierunkowego; promienie rozchodzą się daleko w głąb jajka, gubiąc się wśród siatki protoplazmatycznej. Gdy już jądro jajka zamieni się na płatowaty pęcherzyk, promieniowanie jego najbardziej przypomina obrazy, które widziałem u *Physa fontinalis*. Centrosomu, który pierwotnie można było widzieć na wewnątrz od chromosomów ułożonych wieńcem, potem odnaleźć już nie można i być może, że podczas wzrostu pęcherzyka jądra, dostał się do jego wnętrza (Ryc. 15). Promieniowanie skierowane jednak jest ku jednemu punktowi. Nieraz zauważyć można, że zwrócone ono jest do boku pęcherzykowatego jądra (Ryc. 16). Sądzę, że wytłómaczyć to można na tej podstawie, że promieniowanie jądra jajka zmieniło tutaj w ten sam sposób położenie swe, jak to bardzo wybitnie występuje w końcowych okresach każdej mitozy, t. z. „Telophasen“ M. Heidenhaina. Czasem nawet, choć rzadziej, widziałem dwa promieniowania grupujące się z dwóch stron około pęcherzykowatego jądra jajka. Sądzę, że powstać one mogły jedynie w ten sposób, że centrosom pozostały w jajku na wewnętrznym biegunie figury karyokinetycznej II ciała kierunkowego podzielił się na dwa centrosomy, około których ugrupowały się dwa promieniowania. Obraz bowiem podziału wewnętrznego centrosomu na dwa, można istotnie czasem zauważyć przy gwiazdzie II ciała kierunkowego (Ryc. 10). Takie resztki podwójnego promieniowania nie różnią się zresztą pod względem przebiegu promieni i t. d. od obrazów promieniowania pojedynczego. Tak samo powoli zatracają swój przebieg prosty, stają się łukowate, pogięte i powoli zanikają.

Podczas tych zmian, jakie przechodzi jądro i promieniowanie jajka, zbliża się ku niemu jądro plemnika. Promieniowanie jego, jak widzieliśmy, zazwyczaj je poprzedza, jednakowoż można nieraz w końcowych okresach zbliżania się jądra plemnika do jądra jajka zauważyć jego promieniowanie, ułożone skośnie do boku jądra.

W miarę zbliżania się jądra plemnika ku jądru jajka, promieniowanie jego wzrasta, gdy tymczasem promieniowanie jajka coraz więcej zanika tak, że w chwili zejścia się obu jąder promieniowanie plemnika leżące symetrycznie między obydwojma ja-

drami. opanowało całkowicie komórkę. Por. ryc. 17, 18, 19, w których można także wyraźnie zauważyć, że centrosomy połączone są wybitnym wrzecionkiem środkowym; najdokładniej występuje ono na ryc. 18 skutkiem tego, że nie przysłania go jądro jajka, które jest tylko nadcięte. Wobec tego, pomimo że promieniowanie jądra jajka jakiś czas się utrzymuje, nie może być u *Cerebratulus* wątpliwości, że centrosomy i promieniowanie wrzecionka pierwszego podziału pochodzą z plemnika.

Formułując w ten sposób me zapatrywanie na pochodzenie centrosomów pierwszego wrzecionka zapłodnionego jajka u *Cerebratulus*, sprowadzam początek ich do tego samego źródła, jak u innych zwierząt, które badałem i opisywałem w poprzednich moich pracach i zgodnie z całym szeregiem autorów, którzy potwierdzają na podstawie badań u najrozmaitszych zwierząt twierdzenie to, które pierwszy był postawił Vejdovsky w swej znakomitej pracy o *Rhynchelmis*. Jestem zmuszony do tego zapatrywania, pomimo iż wiem, że w nowszych czasach niektórzy autorowie skłaniają się do innego zapatrywania, mianowicie twierdzą, iż centrosomy, które wprowadził do jajka plemnik, po zbliżeniu się jąder zanikają zupełnie, że natomiast centrosomy wrzeciona pierwszego podziału jajka powstają zupełnie od nich niezależnie.

„Les corpuscules qui servent à la première division sont renfermés dans les noyaux sexuels: ce sont simplement leurs nucléoles plasmatiques“.

„Les prétendues sphères sont l'oeuvre exclusive des corpuscules qui viennent de s'échapper des noyaux sexuels, où ils sont nés et restés enfermés jusque là“. Twierdzi Carnoy.

Powodem tej różnicy zdań jest głównie ten fakt, na który szereg autorów, (Mark u *Limax*, Boveri u *Pterotrachea*, Klinkovström u *Prostheceraeus* i inni), już przed rokiem 1896. zwróciło uwagę i który w tymże roku w pracy mej o *Physa fontinalis* dokładnie omawiałem, t. j., że po zbliżeniu się obydwu jąder następuje okres, w którym promieniowania znacznie się zmniejszają, następnie nawet wedle niektórych autorów zupełnie znikają, a dopiero gdy jądro przygotowuje się do dalszych zmian, występują na nowo i dają ostateczne promieniowania i centrosomy pierwszego wrzecionka podziału.

Otóż w pracy mej o zapłodnieniu u *Physa fontinalis* zwraca-

łem uwagę na to, że w preparatach, w których widać było dwa jądra pęcherzykowate, przylegające do siebie, przeważnie promieniowań zupełnie nie spostrzegalem, że tylko w wyjątkowych zupełnie razach widziałem obok pęcherzykowatych jąder w płaszczyźnie kopulacji niezmiernie delikatne promieniowania z centrosomami, które przedstawiłem w rycinie 33a.

Obraz jąder jest odmienny w pierwszej chwili zbliżenia się ich, gdy promieniowanie zdążające powoli ku dwom przeciwnym biegunom w płaszczyźnie kopulacji jest jeszcze wyraźne i silne, a inny w stadium następnym. Jądra mają mianowicie najpierw kształt niezupełnie regularny, czasem płatowaty, chromatyna ułożona jest w więcej nieregularnych grudkach. Potem zaś jądra zaczynają przybierać coraz większe rozmiary i zamieniają się na ogromne pęcherzyki; w miejscu, gdzie się stykają w płaszczyźnie kopulacji, spłaszczają się znacznie, chromatyna układa się regularniej i przygotowuje się powoli do stadium kłęбка, jednym słowem znać, że jądra odbywają przez pewien czas okres przygotowawczy do rozpadnięcia się następnie na chromosomy. W tym właśnie okresie wzrastania jąder i odbywających się w nich zmian, promieniowania powoli zanikają.

Zanikanie tlómaczyłem wówczas w ten sposób: Dopokąd trwa wędrówka promieniowań i jąder, promieniowania są silne i widoczne, potem jednakowoż następuje dłuższa faza, podczas której jądra przygotowują się do dalszych zmian, promieniowania nie odgrywają przytem żadnej roli, są fizjologicznie nieczynne, włóknienka protoplazmy tracą swój promienisty układ i zamieniają się na siatkę protoplazmatyczną, a tylko ślad ich pozostaje około centrosomu. A że bardzo rzadko tylko można wykazać te promieniowania obok jąder, tlómaczyłem niezmierną delikatnością tych figur achromatycznych, których wówczas tylko można wysledzić obok ogromnych, pęcherzykowatych jąder, jeśli płaszczyzna cięcia padła wyjątkowo szczęśliwie.

Gdy jądra przygotowują się już do rozpadnięcia na chromosomy, promieniowania z centrosomami stają się znów widoczne i wzrastając do znacznych rozmiarów, dominują podczas dalszych okresów karyokinezy.

Otóż, mem zdaniem, są to te same centrosomy, które poprzednio widzieliśmy, jak poprzedzały jądro plemnika, a następnie układały się w płaszczyźnie kopulacji.

U tych zwierząt, u których w zapłodnionem jajku promieniowania z centrosomem w okresie poprzedzającym, do pewnego choćby stopnia, zanikają, twierdzenia tego bezpośrednio i w niezbity sposób udowodnić nie można.

Skoro bowiem wobec wielkich jąder widzimy niezmiernie małe promieniowanie i centrosomy, jedni autorowie mogą twierdzić, jak to istotnie czyni Carnoy (dyskutując obraz wyrysowany przezemnie w pracy o *Physa fontinalis* we Fig. 33.a¹⁾), że uchwycone jest stadium centrosomów i promieniowań bezpośrednio przed zupełnym ich zanikiem, inni zaś autorowie będą je uważali za promieniowania, które na razie zmniejszyły się, aby po chwili znów silniej się rozwinąć. To też, choć Carnoy nie znalazł zwolenników swego twierdzenia, jakoby centrosomy wrzecionka pierwszego podziału jajka były jąderkami jąder jajka i plemnika, to jednakowoż szereg autorów, opierając się na spostrzeżeniach Marka, Boveriego, Klinkowströma, moich, Wheelera, Katarzyny Foot (*Allolobophora foetida*), Coë (*Cerebratulus*), van Name (*Planocera*), Child (*Arenicola*), Lillie (Unio), również twierdzi, iż centrosomy plemnika po zbliżeniu się jąder zanikają, a że centrosomy wrzecionka pierwszego podziału jajka powstają na nowo.

„I believe that they are egg-products of new origin formed under the influence of the two germ-nuclei“⁴. Lillie, który stawia to twierdzenie co do jajek Unio, nie przeczy, iż u innych zwierząt centrosomy te mogą mieć inne pochodzenie: „I agree therefore, that the centrosomes are of no special significance in fertilization. The cleavage centers may arise from the sperm-centers, or from the egg-center, or in such a way that there is no discernible relation to either“⁴. Sądzę jednakowoż, że w tak zasadniczej sprawie nie mogą istnieć zasadnicze różnice między różnymi zwierzętami, że istnieje tu zasadnicza jednolitość, a tylko, podobnie jak i w innych szczegółach dotyczących się dojrzewania i zapłodnienia jajka, mogą istnieć róż-

¹⁾ „Kostanecki a donc constaté la disparition, on peut dire complète des radiations spermatiques. C'est ainsi en effet que les choses se passent. Mais il a eu le grand tort d'ajouter que ces radiations réapparaissent au stade peloton. En effet, ce ne sont pas ces radiations qui réapparaissent alors. Au stade peloton, les centrosomes sortent des noyaux sexuels et déterminent dans le cytoplasme la formation de nouvelles radiations, celles des asters proprement dits, qui n'ont aucun lien génétique avec les anciennes radiations, disparues pour toujours.“

nice drugorzędne o tyle, że ten sam proces u jednych zwierząt więcej u drugich mniej wyraźnie występuje.

Otóż biorąc za punkt wyjścia zasadniczą jednolitość przebiegu procesu zapłodnienia, sądzę, że do rozstrzygnięcia tego pytania przyczynić się może najpierw uwzględnienie przebiegu nieprawidłowego zapłodnienia, a następnie porównywanie tego stadium u różnych zwierząt.

Otóż, jeżeli zapatrywanie Carnoya, że centrosomy plemnika zupełnie zanikają, a że centrosomy wrzecionka pierwszego podziału jajka są po prostu jąderkami jąder płciowych żeńskich i męskich, które z jąder swych wystąpiły na zewnątrz, jest słuszne, w takim razie podczas wielokrotnego zapłodnienia musiałyby powstać figury wielobiegunowe, w których ilość biegunów musiałaby odpowiadać ilości jąder plemników (czyli wogóle plemników) + 1 jądro jajka. Tymczasem znanem jest, że w wielokrotnie zapłodnionych jajkach ilość biegunów po zbliżeniu się jąder i tak samo w okresie powstającej stąd nieprawidłowej gwiazdy macierzystej odpowiada podwójnej ilości plemników, jakie do jajka wniknęły, względnie do jądra jajka dotarły (bo wiadomem znów jest, że niektóre z tych plemników mogą zatrzymać się wśród plazmy jajka i wytworzyć własne figury dwubiegunowe).

Porównywanie też przebiegu zapłodnienia u różnych zwierząt nasuwa następującą uwagę: U niektórych zwierząt, jak *Ascaris megalocephala*, u myszy, u *Myzostoma glabrum*, *Polystomum integerrimum* jądro plemnika zdąża ku jądru jajka niepoprzedzone promieniowaniem i centrosomami, dopiero po zbliżeniu się jąder pojawia się pomiędzy nimi centrosom i to najpierw jeden, a ten dopiero dzieli się na dwa, które się od siebie oddalają i tworzą dwa bieguny. Z powodów, których tutaj ponownie tłumaczyć nie potrzebuję, autorowie, którzy proces zapłodnienia u tych zwierząt badali (u *Ascaris*: Boveri, Erlanger, Kostanecki, u myszy Sobotta, u *Myzostoma* Kostanecki u *Polystomum* Halkin) uważają centrosomy te za pochodzące z plemnika. Ponieważ zaś jądra u tych zwierząt wzrosły do znacznie większych rozmiarów, zanim się do siebie zbliżyły, przeto po wystąpieniu i po podzieleniu się centrosomu nie następuje już dłuższa pauza, w ciągu której jądra musiałyby przygotować się do dalszego podziału, i dlatego też i promieniowania pozostają niezmiennione i obejmują bezpośrednio kierującą rolę w dalszym podziale jąder. Ale dla rozstrzygnięcia tego zagadnienia najważniejsze są

spostrzeżenia u tych zwierząt, u których jądro plemnika poprzedzają wybitne promieniowania. Otóż nie u wszystkich tych zwierząt stwierdzono, iżby po zbliżeniu się jąder następowało stadium, w którymby promieniowania znikwały, a potem dopiero na nowo się pojawiały. Jeśli więc, choć u jednego zwierzęcia byłoby stwierdzonym po dokładnem badaniu, że centrosomy i promieniowania plemnika nie zanikają, lecz bezpośrednio obejmują główną rolę w dalszym okresie karyokinezy, w takim razie byłby to niezbity dowód przeciwko twierdzeniu Carnoya.

Ponieważ nie wszyscy autorowie opisujący proces zapłodnienia u różnych zwierząt zwracali na ten szczegół dokładniejszą uwagę, przeto nie cytuję dawniejszej literatury, gdyż być może, że autorowie nie uwzględniając jeszcze znaczenia tego okresu, mogli go przeoczyć, natomiast tem większe znaczenie będą miały opisy tych autorów, którzy temu szczegółowi, znając jego doniosłość, obszerniejsze poświęcają uwagi. Otóż Griffin dyskutując kwestyę zanikania promieniowań i centrosomów w chwili, gdy jądra zetknęły się ze sobą, stwierdza u *Thalassema* :

„In *Thalassema* the „pause“ is of short duration, and while the asters are a trifle less distinct, they nevertheless show clearly throughout, and the persistence of their focal centrosome is easily demonstrated.“ „From the above it is quite evident that the centrosomes persist entire throughout the whole of the critical stage where, in so many forms. they have been lost sight of.“

Również i Crampton, którego cytuję wedle Lilliego stwierdził u *Molgula* : „This egg offers especially clear evidence of the persistence of the sperm-centrosomes in the cleavage, because there are no asters associated with the maturation spindles, and the sperm-asters are perfectly distinct, and persistent from the time of entrance of the spermatozoon.“

Podobnie Mead pomimo bardzo dokładnego szeregu obrazów, jaki przedstawia i opisuje u *Chaetopterus pergamentaceus*, o zanikaniu promieni lub centrosomów nie wspomina.

U jeźowców promieniowanie zmniejsza się, ale doszczętnie nie zanika. Mogę na podstawie mych obserwacji potwierdzić słowa Boveriego: „es folgt jene 30—35 Minuten währende Periode, in der die Strahlung zunächst an Intensität sehr stark abnimmt, bis sie schliesslich, wenn der Kern mit seiner Vorbereitung zur Theilung

fertig geworden ist, von neuem wieder mächtig wird, worauf in bekannter Weise die karyokinetische Figur entsteht.“

Mac Farland u *Pleurophyllidia californica* zauważył, że po wnikięciu plemnika powstają najpierw jedno, a potem przez jego podział dwa promieniowania, wśród których widoczne są centrosomy. Promieniowania te oddalają się na znacznie szerszą przestrzeń od jądra plemnika, posuwając się wgłąb komórki jajka. Następnie promieniowania znikają zupełnie, a z powodu braku promieniowań nie można centrosomów odróżnić od innych ziarenek plazmatycznych. Następnie po zbliżeniu się jąder, gdy mają one rozpaść się na chromosomy, pojawiają się promieniowania wraz z centrosomami, które utworzą wrzecionko pierwszego podziału jajka. Mac Farland jest zdania, że centrosomy te są to centrosomy, które powstały z podziału centrosomu plemnika, że zachowały one swą niezależność przez cały czas, pomimo, że z powodu zaniku promieniowania nie można ich było rozpoznać.

Child zaś obserwował zupełnie podobne zjawisko u *Arenicola marina*. Promieniowanie i centrosom plemnika dzielą się na dwa centrosomy i dwa promieniowania połączone ze sobą wrzecionkiem środkowym, promieniowania te oddalają się znacznie od plemnika. Po pewnym czasie promieniowania słabną. Następnie giną zupełnie dla oka tak, że ani śladu ani centrosomów, ani promieniowań, ani wrzecionka środkowego wykazać nie można. W chwili, gdy jądra jajka i plemnika mają się ze sobą zetknąć, pojawiają się w płaszczyźnie kopulacji z jednej i drugiej strony promieniowania z centrosomami. Child w przeciwstawieniu do Mac Farlanda uważa je za twory zupełnie nowe, niezależne od centrosomów plemnika.

Widzimy więc, że zupełnie identyczne spostrzeżenia u dwóch różnych zwierząt, doprowadzają Mac Farlanda i Childa do wręcz przeciwnych wniosków.

Coś na podstawie obserwacji u *Cerebratulus marginatus* zgadza się z mem zapatrywaniem, wyrażonem w pracy o *Physa fontinalis* i również jest zdania, że centrosomy wrzecionka pierwszego podziału jajka, pomimo iż przez pewien czas nie możemy ich wykazać skutkiem zaniku promieniowania, są te same, które towarzyszyły jądru plemnika podczas jego wędrówki ku jądru jajka. „I am forced to believe that the disappearance of the sperm-centrosomes is apparent only, and that they later reappear to form the centres of the cleavage asters“.

Coś stwierdza jednakowoż, że promieniowania, które około centrosomów się grupują, zanikają zupełnie, a że potem dopiero znów na nowo się tworzą. że te nowe promienia zatem są tworami zupełnie odrębnymi, nowymi. „These new asters are entirely new formations and can have absolutely no relations with the old radiations of the sperm-asters — unless it be that they have the same centrosomes“.

Ta różnica w naszych zapatrywaniach tyczy się zatem tylko szczegółu, mem zdaniem drugorzędnego, a co więcej, jest więcej pozorną, aniżeli rzeczywistą.

W pracy mej o Physie sformułowałem zapatrywanie me w ten sposób: „Während der ganzen Zeit, wo die Thätigkeit der protoplasmatischen Strahlen nicht in Anspruch genommen wird, wo sie keine Aufgaben zu erfüllen haben. geht mit ihnen dieselbe Veränderung vor, die nach jeder Mitose an jeder Zelle, wenn sie ins Ruhestadium übergeht, in dem protoplasmatischen Fadengerüst wahrzunehmen ist: die Strahlung wird undeutlich, geht in eine netzförmige Anordnung über, oder sie verliert sich in einer „entsprechenden molecularen Gruppierung“, die dann im gegebenen Augenblick durch eine der physiologischen Erregung entsprechende histologische Differenzirung wieder in Strahlenform sichtbar wird. In Anbetracht des ganzen weiteren Verlaufs des Processes können und müssen wir annehmen, dass das ganze Strahlensystem (Centralspindel und das Centrosoma, Polstrahlung und die nach den Kernen gerichteten Strahlenkegel) auch hier, wenn auch in modificirter Form, vorhanden sind.“

Jeżeli zważymy z jednej strony, jak podczas zwykłej karyokinezy powoli postępuje rozwój dwóch promieniowań i wrzecionka między niemi, jeżeli zważymy, ile czasu mija po wnikięciu plemnika, zanim rozwiną się ze wszystkimi szczegółami dwa promieniowania i wrzecionko środkowe między niemi, ile czasu mija, zanim ułożą się one symetrycznie w płaszczyźnie kopulacyi, a z drugiej strony jeśli zważymy, jak szybko po ponownem wystąpieniu promieniowania, gdy jądra odbędą już okres przygotowawczy i zaczną rozpadać się na chromosomy, rozwija się cała figura achromatyczna, w takim razie musi nas uderzyć rażąca różnica. Co więcej, w figurze achromatycznej pierwszego podziału jajka jest niezmiernie wybitne wrzecionko środkowe, które w metakinezie z całą wyrazistością wystąpi, otóż trudno jest przypuścić, aby wrzecionko to

powstawało jako twór zupełnie nowy, i to w sposób zupełnie odmienny aniżeli w zwykłych warunkach, gdzie zawsze powstaje bardzo powolnie między oddalającymi się centrosomami. Dlatego, sądziłem, musimy przyjąć, że włókienkowate części plazmy, które tworzyły i znów tworzyć mają figurę achromatyczną z jej całym subtelnym i skomplikowanym aparatem, pozostają skierowane ku dwom centrosomom, jako dwom ogniskom; w ten tylko sposób. sądziłem, możemy sobie wyobrazić to niezmiernie szybkie powstanie całej figury mitotycznej. Czy przytem każdy promień z osobna jest identyczny z poprzednio istniejącym promieniem, jest rzeczą drugorzędną, wogóle niemożliwą do rozstrzygnięcia, której też zupełnie nie twierdziłem. Jeśli z drugiej strony Coë — jako dowód, że promienie powstające około centrosomów są niezależne od poprzednio istniejących promieniowań — przytacza spostrzeżenie, że równocześnie można widzieć około centrosomu grupujące się nowe promienie, a w samym obwodzie komórki ślady dawnego promieniowania, to sądzę, że jest to prostym wynikiem tego, że promienie najpierw zanikają bezpośrednio przy centrosomie, później w obwodzie i tak samo też najpierw powstają około centrosomu jako krótkie zupełnie promienie, które powoli dopiero obejmują całą komórkę. Przytem więc ślady poprzednich promieni mogą albo, gdy leżąca pomiędzy nimi siatka protoplazmatyczna przybierze również układ promienisty, wejść w skład nowych promieni, albo też mogą one zatracić także jeszcze swój układ promienisty, a następnie cząsteczki, z których się składały, mogą znów do układu promienistego powrócić.

Sądzę więc, że mamy zupełne prawo twierdzić, że centrosomy plemnika dają centrosomy wrzecionka pierwszego podziału jajka a figura achromatyczna plemnika daje doń podstawę.

LITERATURA.

Obszerniejszy spis dawniejszej literatury znajduje się w poprzednich moich, poniżej podanych pracach. Tutaj podaję jedynie tytuły prac nowszych i prac będących w najściślejszym związku z niniejszą pracą:

Behrens G. Die Reifung und Befruchtung des Forelleneis. 6. Taf. Anat. Hefte Abthg. 1. H. 32.

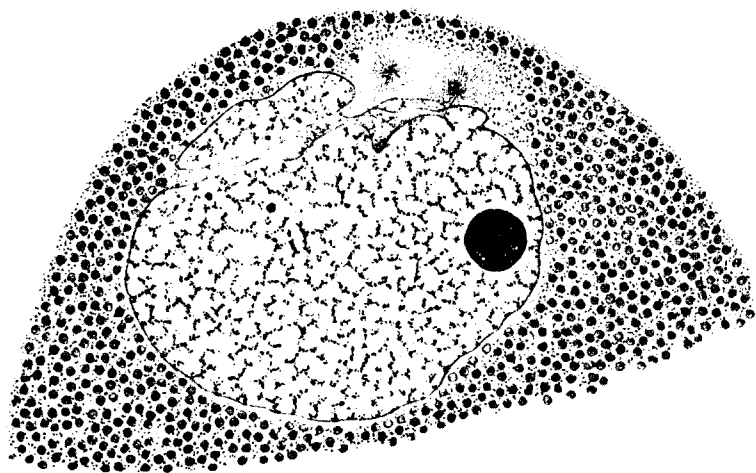
Blanc Henri. A propos de la fécondation de l'oeuf de la truite, Bibliogr. anat. T. 6. Fasc. 4.

- Bochenek A. O dojrzewaniu i zapłodnieniu jajka u ślimaka *Aplysia depilans* Rozpr. wydz. matem.-przyrod. Akad. Umiej. w Krakowie XXIX. 1899.
- Bohenek A. Ueber Reifung und Befruchtung des Eies von *Aplysia depilans*. Bulletin de la l'académie des sciences de Cracovie — 1899.
- Boveri Th. Zellenstudien. Heft. 4. Über die Natur der Centrosomen. Jen. Zeitschr. XXV. 1901.
- Carnoy I. B. A propos de fécondation. Réponse à von Erlanger et à Flemming. La Cellule. T. 14.
- Carnoy et Lebrun. La fécondation chez l'*Ascaris megalocephala*. La Cellule. T. XIII.
- Child. The maturation and fertilization of the egg of *Arenicola marina*. Trans. New-York. Acad. Sc. Vol. XVI. 1897.
- Coë Wesley R. The maturation and fertilization of the Egg of *Cerebratulus*. Zool Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. 12. H. 3.
- Conklin E. G. The Asters in Fertilization and Cleavage. Science N. S. V. 7. N. 164.
- Conklin E. G. Centrosome and Sphere in the Maturation, Fertilization and Cleavage of *Crepidula*. 8. Digr. Anat. Anz. Bd. 19. N. 11.
- Crampton H. E. The Fertilization of the Egg of *Molgula Manhattensis*. Science N. S. V. 7. N. 164.
- Doflein. Zur Morphologie und Physiologie der Kern und Zellteilung. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. XIV. 1.
- R. v. Erlanger. Beiträge zur Kenntnis der Structur des Protoplasmas, der karyokinetischen Spindel und des Centrosomas. I Über die Befruchtung und erste Theilung des *Ascariseies*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 49. 1897.
- Foot Katharine. Preliminary Note on the Maturation and Fertilization of the Egg of *Allolobophora foetida*. Journ. of Morphology. Vol. IX.
- Foot Katharine. The origin of the Cleavage Centrosomes. Journal of Morphol. Vol. XII.
- Foot Katharine und Ella Church Strobell. Photographs of the Egg of *Allolobophora foetida* Journal of Morphol. XVI. XVII.
- Francotte P. Recherches sur la Maturation la Fécondation et la Segmentation chez les Polyclades Mém. cour. publié par l'Acad. royale de Belgique Tome 55. 1897.
- Fürst. Über Centrosomen bei *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LII. 1898.
- Gardiner E. G. The growth of the ovum, formation of the polar-bodies and the fertilization in *Polychoerus caudatus*. Journ. of Morphol Vol. 15. N. 1.
- Gathy Edmond. Contribution à l'étude du Développement de l'Oeuf et de la Fécondation chez les Annélides (*Tubifex rivulorum* Lam. et *Clepsine complanata* Sav.) La Cellule T. 17. Fasc. 1.
- Gólski. Dojrzewanie i zapłodnienie jajka *Cionia intestinalis*. Rozpr. wydz. matem.-przyrod. Akad. Umiej. w Krakowie.
- Reifung und Befruchtung des Eies von *Cionia intestinalis* F. Bullet. de l'académie des sciences de Cracovie. Mars. 1899.
- Griffin Bradney B. The History of the Achromatic Structures in the Maturation and Fertilization of *Thalassema*. Trans N. Y. Acad. Sc. 1896.

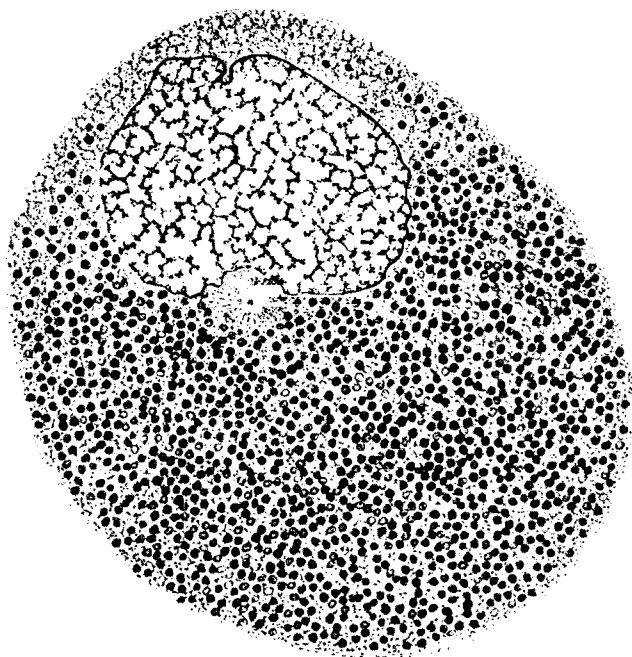
- Griffin Br. B. Studies on the maturation, fertilization and cleavage of *Thalassema* and *Zirphaea*. Journ. of Morphol. Vol. XV. 1899.
- H. Halkin. Recherches sur la maturation, la fécondation et le développement du *Polystomum integerrimum*. Archives de Biologie. Tome XVIII. 1901.
- Herfort Karl. Die Conjugation der Vorkerne und die erste Furchungsspindel im Ei von *Petromyzon fluviatilis*. Anat. Anz. Bd. 16. N. 15/16.
- Herfort Karl. Die Reifung und Befruchtung des Eies von *Petromyzon fluviatilis*. Arch. f. Anat. u. Entwicklgesch. Bd. 57. H. 1.
- King Helen Dean. The Maturation and Fertilization of the Egg of *Bufo lentiginosus*. Journ. of Morphol. Vol. 17. N. 2. 1901.
- v. Klinkovström. Beiträge zur Kenntnis der Eireifung und Befruchtung bei *Prosthoceraeus vittatus*. A. f. mikr. Anat. Bd. XLVIII. 1897.
- Kohlbrugge J. H. F. Die Entwicklung des Eies vom Primordialstadium bis zur Befruchtung. Arch. f. mik. Anat. u. Entwicklgesch. Bd. 58. H. 2.
- Korschelt. Über Kernteilung, Eireifung und Befruchtung bei *Ophryotrocha puerilis*. Z. f. wiss. Zool. Bd. 60. 1895.
- K. Kostanecki. Untersuchungen an befruchteten Echinodermeneiern. Anzeig. d. Akad. d. Wissensch Krakau. 1895.
- K. Kostanecki. Badania nad zapłodnionemi jajkami jeżowców. Rozpr. wydz. matem.-przyrod. krak. Akad Umiej. 1895.
- K. Kostanecki u. A. Wierzejski. Ueber das Verhalten der sog. achromatischen Substanzen im befruchteten Ei. Nach Beobachtungen an *Physa fontinalis*. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 47.
- K. Kostanecki u. M. Siedlecki. Ueber das Verhaeltnis der Centrosomen zum Protoplasma. Arch. f. mikrosk. Anat. 1896.
- K. Kostanecki. Über die Gestalt der Centrosomen im befruchteten Seeigellei. Anatomische Hefte. 1896.
- K. Kostanecki. Über die Mechanik der Zelleibstheilung bei der Mitose. Anzeig. d. Akad. d. Wiss. Krakau 1897.
- K. Kostanecki. Über die Bedeutung der Polstrahlung während der Mitose und ihr Verhaeltnis zur Theilung des Zelleibes. Anz. d. Akad. d. Wiss. Krakau 1897.
- K. Kostanecki. Über die Herkunft der Centrosomen in befruchteten Eiern von *Myzostoma glabrum*. Anz. d. Akad. d. Wiss. Krakau 1897.
- K. Kostanecki. Die Befruchtung des Eies von *Myzostoma glabrum*. Arch. f. mikrosk. Anat. B. 51. 1898.
- Lonsen. Contribution à l'étude du développement et de la maturation des oeufs chez *Hydratina senta*. La Cellule. T. 14. Fasc 2.
- Lillie. On the origin of the centres of the first Cleavage spindle in *Unio*. Science V, 5. 1897.
- Lillie. Centrosome and Sphere in the Egg of *Unio*. Zool. Bull. Vol. I, Boston 1898.
- Lillie Frank R. The Organization of the Egg of *Unio*, based on a Study of its Maturation, Fertilization, and Cleavage. Journ. of Morphol. Vol. 17. N. 2.
- Linville. Maturation and fertilization in Pulmonate Gasteropods Bull. of the Museum of Comparative zoölogy at Harvard College. XXXV. 1900.
- Maass Otto. Ueber Reifung und Befruchtung bei Spongien. Anat. Anz. Bd. 16. N. 12.

- Mac Farland F. N. Celluläre Studien an Molluskeneiern. Zool. Jahrbücher. Abth. f. Anat. und Ontog. X. 1897.
- A. D. Mead. The origin of the Egg centrosomes. Journ. of Morphol. Vol. XII. p. 391. 1897.
- Mead A. D. The origin and Behavior of the Centrosomes in the Annelid Egg. Journ of Morphol. V. 14. N. 2. 1898.
- Meyer. Celluläre Untersuchungen an Nematoden-Eiern. Jen. Z. f. Naturw. Bd. XXIX. N. F. Bd. XXII. 1895.
- Van Name Willard. The Maturation, Fertilization and Early Development of the Planarians. Trans. Connect. Acad. Sci. Vol. 10.
- Nicolas A. Contribution à l'étude de la fécondation chez l'orvet (*anguis fragilis*) Compt. Rend. 13. Congrès internat. de Méd. Paris 1900.
- Sobotta. Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 45.
- Sobotta. Die Reifung und Befruchtung des Eies von *Amphioxus lanceolatus*. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 50.
- O. van der Stricht. La maturation et la fécondation de l'oeuf d'*Amphioxus lanceolatus*. Arch. de biologie-Tome 14.
- O. van der Stricht. La formation des deux globules polaires et l'apparition des spermocentres dans l'oeuf de *Thysanozoon Brocchi*. — Arch. de Biologie T. 15. F. 3.
- Vejdovský F. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen I Reifung, Befruchtung und Furchung des *Rhynchelmis*-Eies. Prag. 1888—1892.
- Vejdovský F. und Mrázek A. Centrosom and Periplast. Sitz. Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. Mathem.-naturw. Cl. 1898. H. 15.
- Wheeler, William Morton. The Maturation. Fecundation and Early Cleavage of *Myzostoma glabrum* Leckart. — Arch. de Biol. T. 15. F. 1.
- Wilson E. B. The Coel in Development and Inheritance. New. York. 1900.

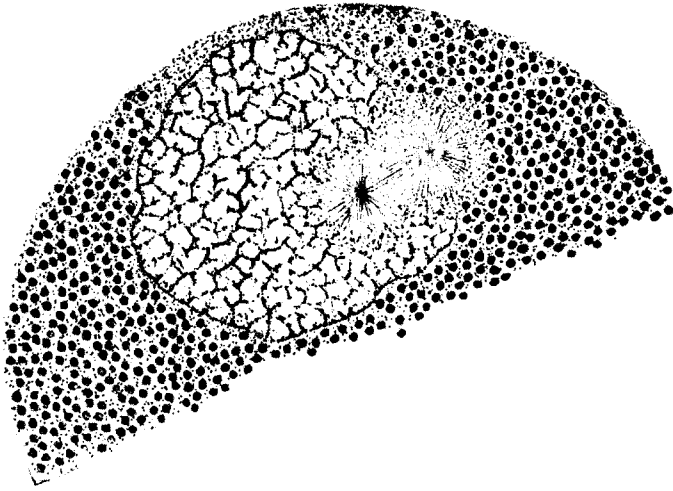
**Biblioteka Główna
WUM**



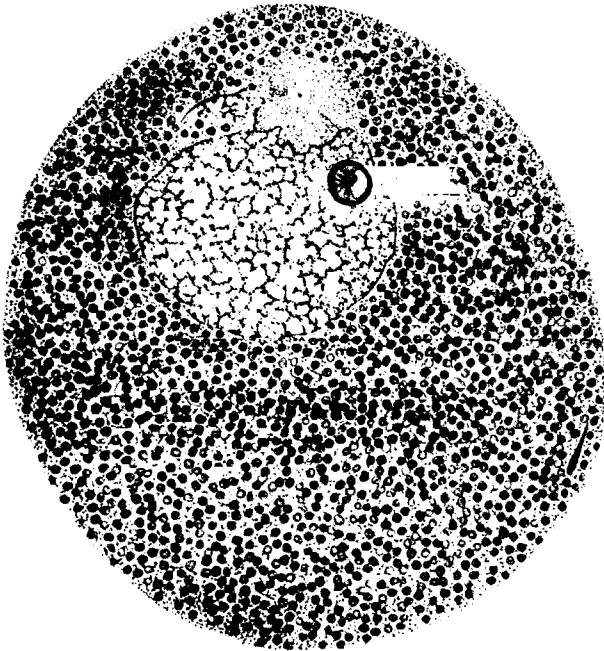
1



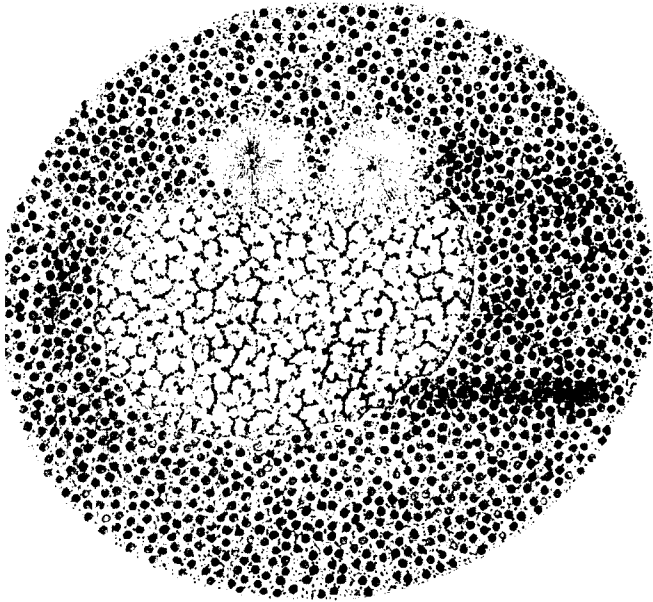
4



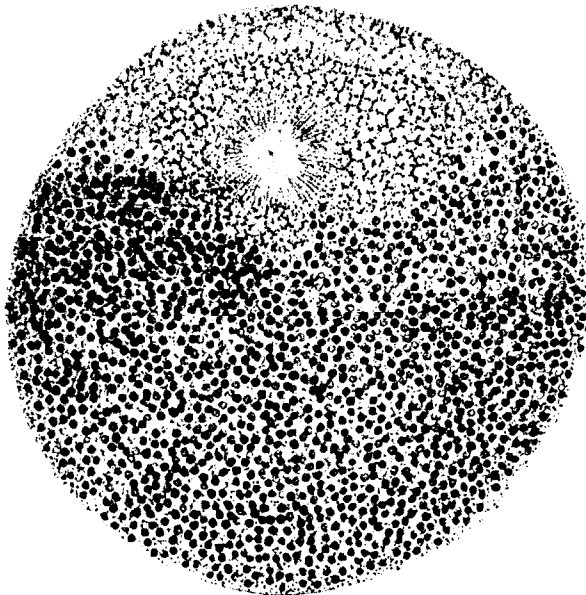
2



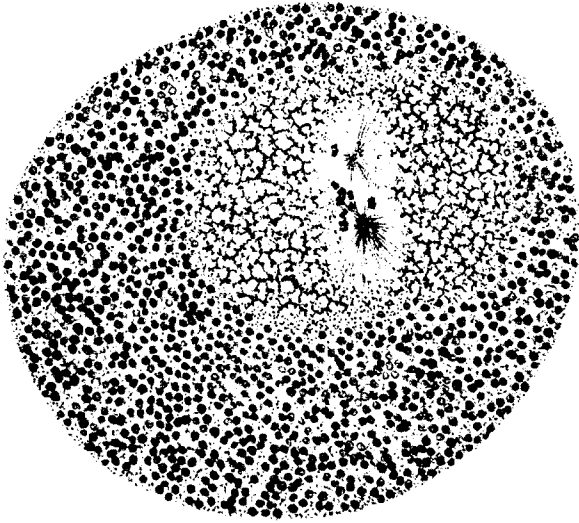
5



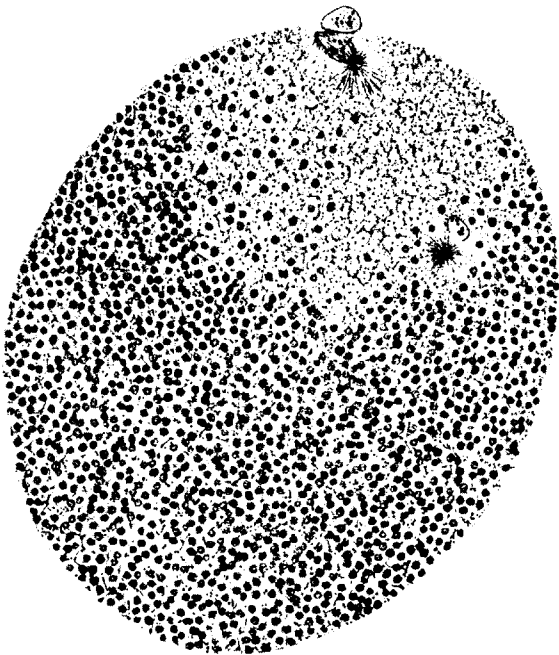
3



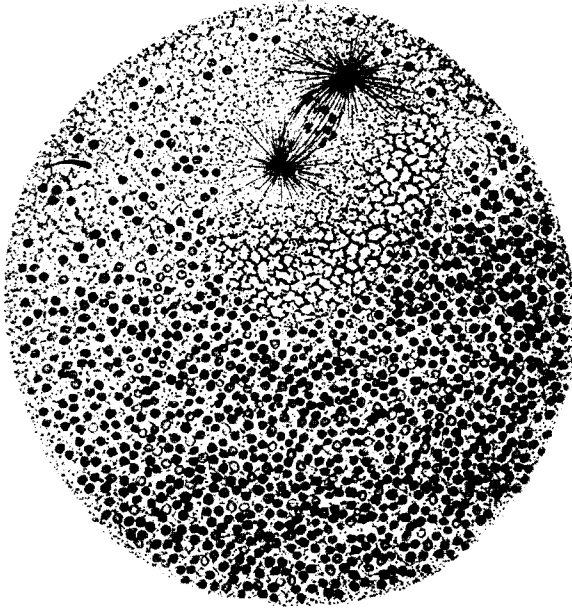
6



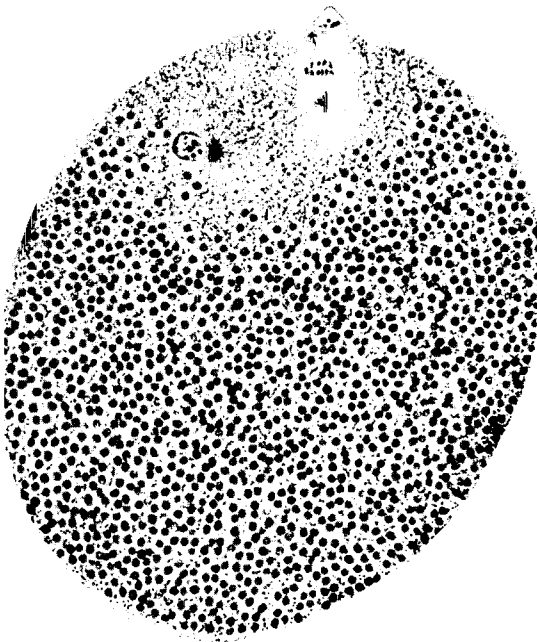
7



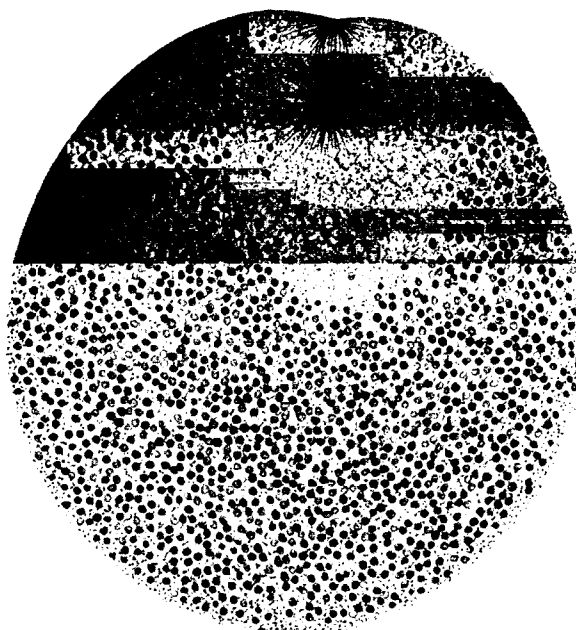
10



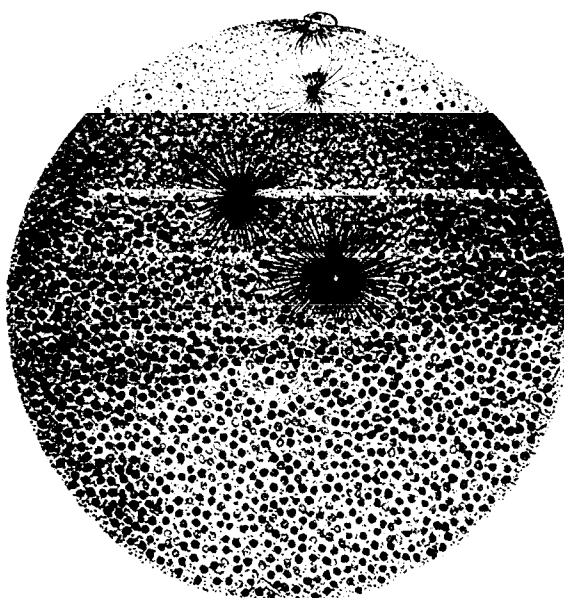
8



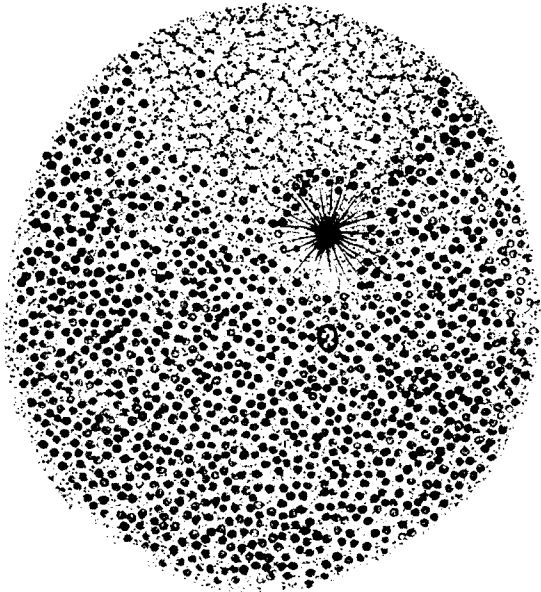
11



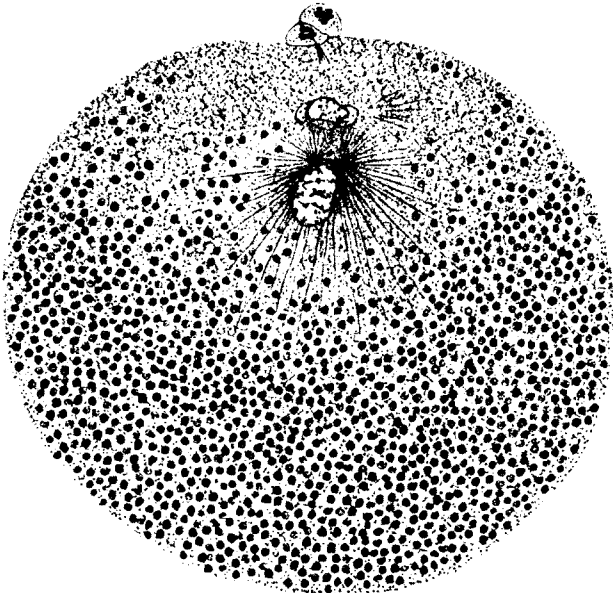
9



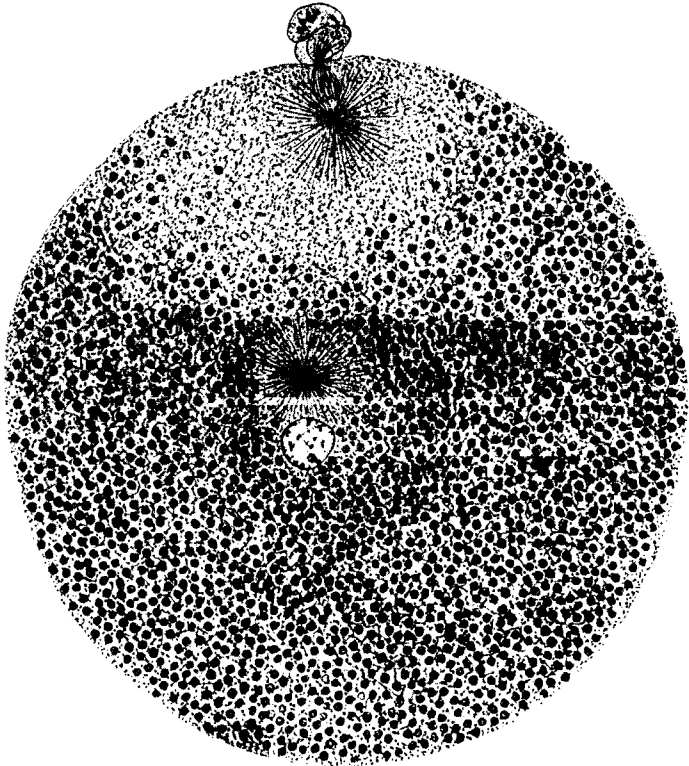
12

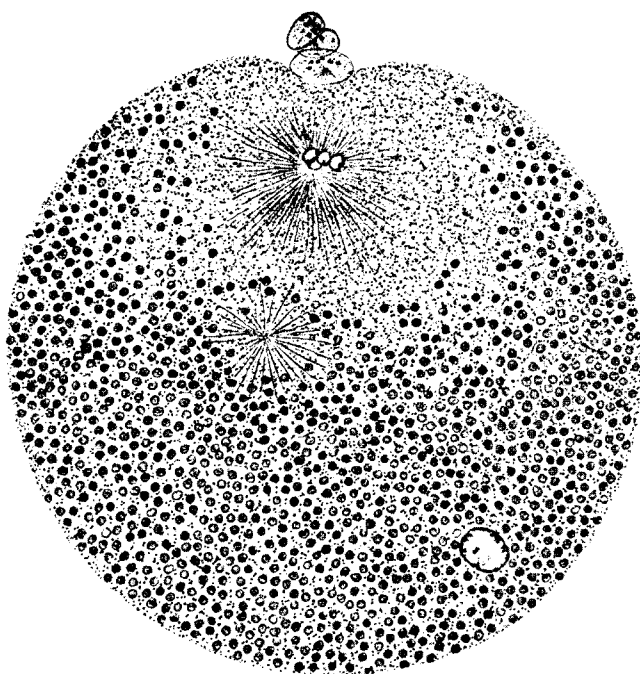


13

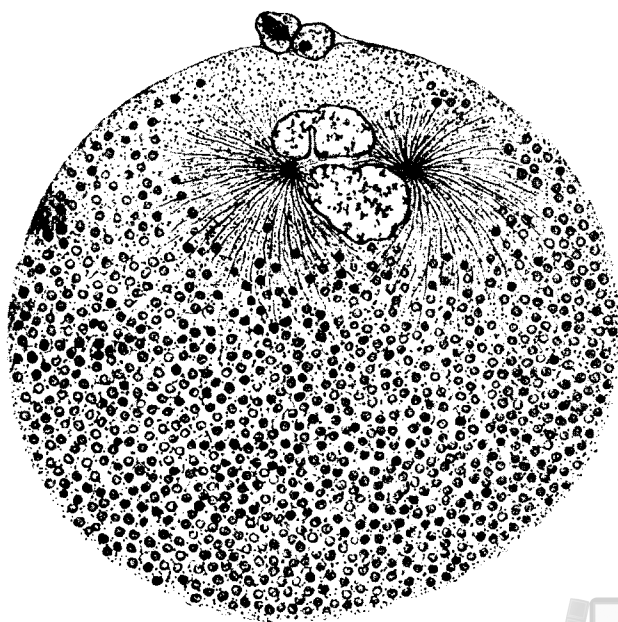


16

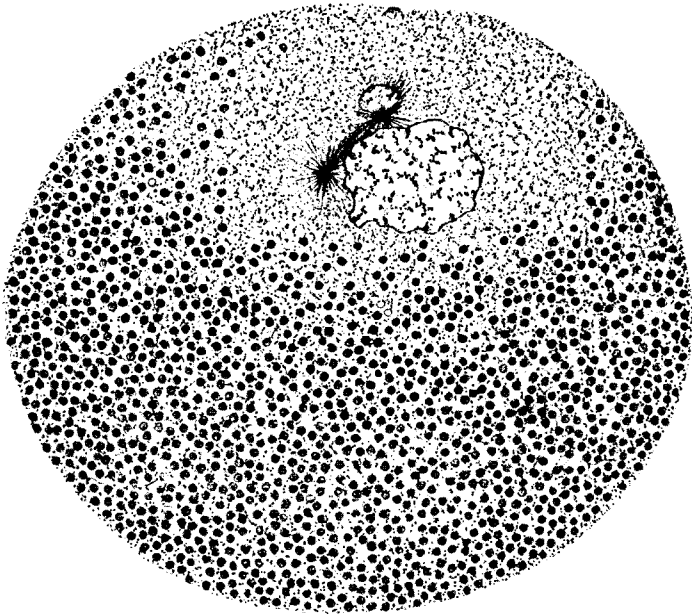




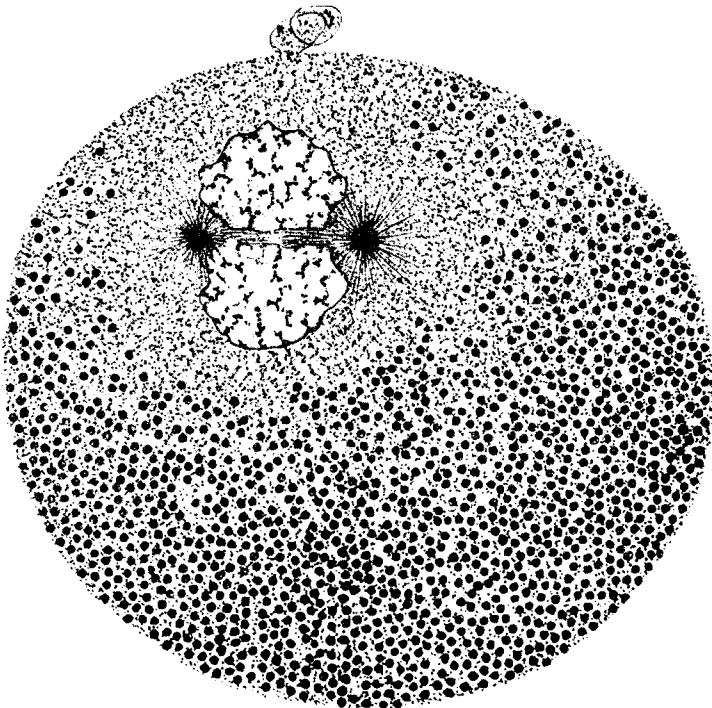
15



17



18



19

**Biblioteka Główna
WUM**



- S. Jentys: Studya nad rozkładem i przyswajalnością związków azolowych w odchodach zwierzęcych, lex. 8^o, str. 113, z 9 rycinami. Cena 1 zlr. 25 ct.
 — O wpływie tlenu na rozkład związków azotowych w odchodach zwierzęcych, lex. 8-o, str. 30. Cena 40 ct.
- H. Kadyi: Przyczynek do anatomii porównawczej zwierząt domowych (z tablicą jedną i 2 rycinami) lex. 8^o str. 22. Cena 50 ct.
- S. Kępiński: O funkcyach Fuchsa dwu zmiennych zespolonych, lex. 8-o, str. 11. Cena 20 ct.
- K. Klecki: Badania doświadczalne nad sprawą wydzielania w jelicie cienkim, lex. 8^o, str. 55. Cena 60 ct.
- K. Kostanecki: Badania nad zapłodnionemi jajkami jeżowców, lex. 8-o, str. 44. Z tablicą. Cena 60 ct.
- M. Kowalewski: Studya helmintologiczne, lex. 8-o, Część I, z jedną tablicą, str. 19. Cena 30 ct. — Część II Przyczynek do histologicznej budowy skóry niektórych przywr, z jedną tablicą i jedną ryciną w tekście, str. 19. Cena 25 ct. — Część III. Bilharzia polonica sp. nov., z jedną tablicą, str. 30. Cena 40 ct. — Część IV. Bilharzia polonica sp. nov. Sprostowania i uzupełnienia. Z jedną tablicą, str. 12. Cena 20 ct.
- J. Kowalski: O prawie zgodności termodynamicznej w zastosowaniu do roztworów potrójnych, lex. 8^o, str. 5. Cena 10 ct.
- W. Kretkowski: O pewnej tożsamości, lex. 8^o str. 4. Cena 10 ct.
- F. Kreutz: O przyczynie błękitnego zabarwienia soli kuchennej, lex. 8^o str. 13. Cena 25 ct.
- L. Marchlewski: Synteza cukru trzcinowego, lex. 8-o, str. 6. Cena 10 ct.
- A. Mars: O złośliwym gruczolaku macicy (*Adenoma destruens uteri*) (z jedną tablicą) lex. 8^o str. 15. Cena 50 ct.
- A. Mars i J. Nowak: O budowie i rozwoju łożyska ludzkiego, lex. 8-o, str. 49. Z trzema tablicami. Cena 80 ct.
- F. Mertens: Przyczynek do rachunku całkowego, lex. 8^o, str. 14. Cena 20 ct.
 — O zadaniu Malfattego, lex. 8^o, str. 26. Cena 35 ct.
- W. Natanson: Studya nad teorią roztworów, lex. 8^o str. 38. Cena 50 ct.
 — O znaczeniu kinetycznem funkcyi dysypacyjnej, lex. 8^o, str. 10. Cena 20 ct.
 — O prawach zjawisk nieodwracalnych, lex. 8-o, str. 28. Cena 50 ct.
- J. Niedźwiecki: Przyczynek do geologii półwyspu karpackiego w Galicyi zachodniej, lex. 8^o, str. 13. Cena 20 ct.
- S. Niementowski: Syntezy związków chinazolinowych, lex. 8^o, str. 15. Cena 25 ct.
 — O utlenianiu związków chinazolinowych, lex. 8-o, str. 15. Cena 20 ct.
- J. Nowak: Badania doświadczalne nad etiologią skrobiawicy, lex. 8-o, str. 35. Cena 50 ct.
 — Dalsze badania nad budową i rozwojem łożyska ludzkiego, lex. 8-o, str. 32. Z dwiema tablicami. Cena 50 ct.
- J. Nusbaum: Przyczynek do kwestyi powstawania śródbłonek i ciałek krwi, lex. 8^o, str. 56, z 3 tablicami. Cena 1 zlr.
 — Lyssa i szczytki podjęzka zwierząt mięsożernych, lex. 8-o, str. 21, z jedną tablicą podwójną. Cena 35 ct

~~~~~

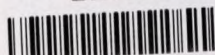
**Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności  
Serya III, Tom 1, Dział B.**

Treść zeszytu I.

Vladislaus Kulczyński: *Arachnoidea in colonia Erythraea a Dre K. M. Levander collecta (accedunt tabulae duae)* (str. 1—64). — A. Wróblewski: O soku wyciśniętym z drożdży (z 4-ma rycinami) (str. 65—144).

Treść zeszytu II.

A. Wróblewski: (c. d., str. 145—148) — E. Godlewski jun.: Początkowy okres rozwoju tkanki mięsnej prążkowanej zwierząt kregowych (z tablicą III) (str. 149—162). — Fr. Krzyształowicz: Porównanie histologicznych cech wysypek kilowych ze zmianami klinicznymi do nich podobnymi (z 3-ma tablicami barwnymi IV, V, VI) (str. 163—204). — Józef Grzybowski: Otwornicewarst w inoceramowych okolicy Gorlic (z tab. VII i VIII) (str. 205—224).



Treść zeszytu III.

- J. Grzybowski: Otwornice warstw inoceramowych okolicy Gorlic (z tabl. VII i VIII) (str. 225—288) (dokończenie). — E. Godlewski i F. Polzeniusz: O śródcząsteczkowym oddychaniu nasion pogrążonych w wodzie i tworzeniu się w nich alkoholu (str. 289—368).

Treść zeszytu IV.

- J. Beck A.: Zjawiska elektryczne w rdzeniu pacierzowym (z jedną tablicą) (str. 369—430). — T. Browicz: O pochodzeniu substancji skrobiowatej (z 3-ma tablicami) (str. 431—448).

Treść zeszytu V.

- T. Browicz: O pochodzeniu substancji skrobiowatej (z 3-ma tablicami) (dokończenie, str. 449). — E. Godlewski (jun.): Różwój tkanki mięsnej w mięśniach szkieletowych i w sercu zwierząt ssących (z 2-ma tablicami) (str. 450—496). — A. M. Przesmycki: O paru rodzajach pierwotniaków pasorzytujących we wrotkach (*Rotatoria*) (z 3-ma tablicami) (str. 497—528).

Treść zeszytu VI.

- A. M. Przesmycki: (dokończenie, str. 529—543). — A. Rosner: O powstawaniu ciąży bliźniaczej monochoroidalnej (1 tabl.) (str. 544—600). — W. Friedberg: Otwornice warstw inoceramowych okolicy Rzeszowa i Dębicy (1 tabl. (str. 601 do 668)). — M. Kirkor: O zmianach szybkości ruchu krwi w mięśniach prażkowanych podczas ich czynności dowolnej i odruchowej (1 tabl.) (str. 669—693).

Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności  
Serya III, Tom 2, Dział B.

Treść zeszytu I.

- M. Rybiński: Coleopterorum species novae minusve cognitae in Galicia inventae Accedunt tab. duae (str. 1—8). — W. Kulczyński: Species Oribatarum (Oudms) (Damaeinarum Michael) in Galicia collectae. Accedunt tab. duae (str. 9—56). — K. Rogoziński: O fizyologicznej rezorbeyi bakteryj z jelita (1 tabl.) (str. 57—64).

Treść zeszytu II.

- K. Rogoziński: O fizyologicznej rezorbeyi bakteryj z jelita (1 tabl.) (str. 65—158q). — J. Trzebiński: Wpływ podrażnień na wzrost pleśni *Phycomyces nitens* (1 tabl.) (str. 159—196). — S. Krzemieniewski: Wpływ soli mineralnyku na przebieg oddychania kiełkujących roślin (2 tabl.) (str. 197—208).

Treść zeszytu III.

- S. Krzemieniewski: Wpływ soli mineralnych na przebieg oddychania kiełkujących roślin (2 tabl.) (dok. str. 209—245). — Wł. Szajnocha: O pochodzeniu oleju skalnego z Wójczy w Królestwie Polskiem (str. 236—240).

Rozprawy Wydziału mat.-przyrod. wychodzą od r. 1901 w dwóch działach  
A. (nauki matematyczno-fizyczne), B. (nauki biologiczne).

Każdy dział będzie wychodził w zeszytach, obejmujących o ile możności cały materiał posiedzenia miesięcznego Wydziału (których jest 10 do roku), w całych arkuszach druku z ciągłą paginacją. Z końcem roku dołączona zostanie do ostatniego zeszytu każdego działu karta tytułowa i spis prac, w tomie zawartych. Bez względu na możliwą ilość materiału, zawartego w tomie, ilość rycin lub tablic, cena tomu z działu A. wynosić będzie tylko 8 kor., a z działu B. 10 kor. rocznie — w Królestwie Polskiem dział A. 3 rs., a dział B. 4 rs. rocznie.

Skład główny: na Galicyę — księgarnia Spółki wydawniczej w Krakowie;  
na Królestwo Polskie: księgarnia Gebethnera i Wolffa w Warszawie.

