

WSZECHŚWIAT

TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA“.

W Warszawie: rocznie rs. 8, kwartalnie rs. 2

Z przesyłką pocztową: rocznie rs. 10, półrocznie rs. 5

Prenumerować można w Redakcyi „Wszechświata”
i we wszystkich księgarniach w kraju i zagranicą.

Komitet Redakcyjny Wszechświata stanowią Panowie:

Deike K., Dickstein S., Hoyer H., Jurkiewicz K.,
Kwietniewski Wł., Kramsztyk S., Morozewicz J., Na-
tanson J., Sztolcman J., Trzeciński W. i Wróblewski W.

Adres Redakcyi: Krakowskie-Przedmieście, Nr 66.

NOWSZE POGLĄDY

na budowę i czynności układu nerwowego.¹⁾

(Z krakowskiego Kółka przyrodników).

III. Hypotezy anatomo-psychologiczne.

Zasadnicze zmiany, jakie zaszły w pojmowaniu budowy układu nerwowego, z konieczności musiały się odbić i na pojmowaniu czynności tego narządu. Ponieważ w świetle nowszych badań pojmujemy całość, jako skupienie zupełnie niezależnych od siebie jednostek, więc i tłumaczenie czynności ośrodków nerwowych jako całości musimy sprować także do czynności tych właśnie poszczególnych części składowych, które nazwaliśmy neuronami. Dlatego też przede wszystkim powinniśmy rozpatrzyć, o ile na to stan dzisiejszych naszych wiadomości pozwala, fizyologią neuronu. Kwestyą tę rozpatrywaliśmy częściowo, rozbierając teorię neuronów i wtedy już doszliśmy do przekonania, że nie tylko pod względem anatomicznym, ale i pod względem czynnościowym

neuron przedstawia zupełnie skończoną jednostkę: posiada on swój ośrodek, t. j. komórkę nerwową, swoje przewodniki dośrodkowe, t. j. wyrostki protoplazmatyczne i swój przewodnik odśrodkowy w postaci wyrostka osiowego. Obecnie musimy tylko uzupełnić sobie ten obraz przez rozpatrzenie dwu punktów, a mianowicie, jak się przejawia stan czynny w komórce nerwowej i w jaki sposób ten stan czynny przenosi się z jednego neuronu na drugi. Co do pierwszej kwestyi, anatomia mikroskopowa nie wypowiedziała jeszcze tutaj swego ostatniego słowa, raczej powiedzieć należy, że badania w tym kierunku zaledwie zostały rozpoczęte. Na podstawie dotychczasowych wiadomości możemy zaznaczyć, że skonstatowano tylko pewną ilość zjawisk, zachodzących w komórce nerwowej podczas stanu czynnego, nie możemy jednak niestety ani bliżej wytłumaczyć tych zjawisk, ani nawet powiązać ich ze sobą w pewną organiczną całość. Zaledwie możemy powiedzieć, że cała komórka podczas stanu czynnego podlega głębokim zmianom, które dotyczą wszystkich jej części składowych. Jeżeli zapomocą, dajmy na to, prądu elektrycznego wprawimy komórkę w stan czynny, to przede wszystkim rzuci się nam w oczy, że powiększy ona swoją objętość i to

¹⁾ Por. Wszechświat z r. b., n-r 6, 7 i 8.

nawet, jak podaje Vas ¹⁾, o $\frac{1}{3}$; Lugaro ²⁾ jest zdania, że nie tylko samo ciało komórki, lecz także i jej wyrostki ulegają tej zmianie i wydłużają się. Jeżeli komórka uległa silniejszemu lub dłużej trwającemu podrażnieniu, to zaczyna brać w tych zmianach udział i jej jądro, a nawet jąderko. Jądro nie tylko się powiększa, lecz podług badań Vasa zmienia nawet swoje położenie, przesuując się od środka komórki ku jej obwodowi, a w niektórych razach przesunięcie się to jest tak znaczne, że tworzy rodzaj wypuklenia na obwodzie komórki. Zaródz samej komórki ulega także wybitnym zmianom chemicznym, gdyż stosunek rozmaitych ciał w niej zawartych się zmienia, możemy nawet powiedzieć, że komórka zużywa w stanie czynnym pewne istoty, nagromadzone w jej zarodku. Jeżeli zaś komórka ulegnie zmęczeniu wtedy zarówno jej zaródz, jak i jądro ulega skurczeniu się.

Jeszcze ciemniejszą kwestyą jest dla anatomii sposób, w jaki podnieta przechodzi z neuronu na neuron. Tutaj należy przyznać, że nie posiadamy nawet metod badania, któreby pozwoliły przypuszczać, że kwestya ta w niedalekiej przyszłości zostanie rozstrzygnięta. Wiemy tylko, że skoro w jednym neuronie stan czynny osiągnie pewien stopień natężenia, wtedy przenosi się on i na neurony sąsiednie. Jedni badacze przypuszczają, że to przenoszenie odbywa się bezpośrednio, inni, jak Ramon y Cajal, przyjmują istnienie rodzaju kitu, który odpowiadałby substancji międzykomórkowej, spotykanej w innych tkankach, a który, sklejjąc wyrostki komórek, w ten sposób ma pośredniczyć w przenoszeniu się podnieć; inni wreszcie są zdania, że stan czynny jednej komórki wywołuje podobny stan w drugiej drogą indukcji, na podobieństwo ciała naelektryzowanego.

Na szczególniejszą uwagę zasługuje jednak okoliczność, na którą musimy położyć nacisk, gdyż posiada ona podstawowe zna-

czenie przy pojmowaniu bardzo wielu czynności, zachodzących w naszym układzie nerwowym. Tą okolicznością jest pojęcie oporu, jakiego doznaje podnieta, stan czynny, przenosząc się z jednego neuronu na drugi. Samo pojęcie oporu nie jest nowem, gdyż oddawna używała go fizjologia przy tłumaczeniu wielu zjawisk układu nerwowego, że wspomnimy tutaj klasyczny przykład żaby z uciętą głową. Jeżeli podrażnimy skórę takiej żaby zapomocą kwasu, to stara się ona usunąć drażniącą podnieć zapomocą odpowiedniej łapki tylnej. Jeżeli przeszkodzimy w jakikolwiek sposób temu odruchowi, np. przez przytrzymanie lub odcięcie łapki, wtedy żaba użyje do tego celu łapki tylnej strony przeciwnej. Jeżeli znów nie pozwolimy na to, wtedy będzie się starała zetrzeć kwas łapką przednią strony odpowiadającej podrażnieniu, a dopiero w ostateczności użyje przeciwnej łapki przedniej. Tę prawidłowość w występowaniu odruchu fizjologia tłumaczy różnicą oporów, jakie napotyka stan czynny przy przenoszeniu się w kierunku poprzecznym i podłużnym w rdzeniu. Anatomiczne usprawiedliwienie tych oporów znajdujemy w fakcie, że neurony nie posiadają bezpośrednich połączeń, wskutek czego stan czynny spotyka przerwę w ciągłości drogi, po której przebiega. Opór ten w niektórych razach może być większy, to znów może się zmniejszać, oczywiście będzie zależał od wielkości tych przerw i pozostawać będzie w prostym do tych wielkości stosunku.

W miarę tego im dokładniej poznajemy szczegóły budowy narządu nerwowego i stosunki, zachodzące pomiędzy poszczególnymi neuronami, lub też całymi grupami neuronów, tem jaśniejszym staje się dla nas mechanizm czynności tego narządu i w ten sposób zyskujemy podstawy do wyjaśnienia materialnych zjawisk, na których tle odbywają się zjawiska naszej świadomości. Dlatego też w miarę postępów naszych wiadomości powstają rozmaite hipotezy, którym słusznie należy się nazwa anatomo-psychologicznych, gdyż powstały one wyłącznie na gruncie badań mikroskopowych. Te hipotezy możemy podzielić na dwie grupy.

Grupa pierwsza bierze za punkt wyjścia

¹⁾ Vas Fr.: Studien über den Bau des Chromatins in den sympathischen Ganglienzellen. Arch. f. mikr. Anat. T. 40. 1892.

²⁾ Lugaro E.: Sulle modificazioni delle cellule nervose nei diversi stati funzionali. Lo speriment. A. XLIX (scr. biol.). Fasc. II.

teorią neuronów i na podstawie ściślejszych badań anatomicznych stara się wyjaśnić mechanizm czynnościowy ośrodków nerwowych. Druga grupa uzupełnia pierwszą i postępuje wbrew odwrotnie; za punkt wyjścia przyjmuje stosunki anatomiczne i na podstawie rozmaitych spostrzeżeń stara się uzupełnić i pogłębić nasze pojęcia o neuronie jako o jednostce czynnej. Z hipotez pierwszej kategorii może stosunkowo najbardziej znana jest teoria P. Flechsig'a czynnościowego podziału kory mózgowej na ośrodki zmysłowe i psychiczne. Teoria ta narobiła w swoich czasach wiele hałasu ze względu na zadaleko nieraz idące wnioski, jakie autor jej starał się wysnuwać, niemając pod ręką dostatecznych danych na poparcie swych twierdzeń. Samej jednak zasadzie trudno odmówić słuszności, ze względu na stosunki anatomiczne, zachodzące w ośrodkach nerwowych.

Na podstawie długich i zmuśnionych badań nad rozwojem ośrodków nerwowych Flechsig dowiódł, że nie cała powierzchnia kory mózgowej znajduje się w związku z obwodem ciała bądźto zapomocą neuronów czuciowych, bądź też ruchowych. Oczywiście tedy musiał nasunąć się wniosek, że tylko te części kory mózgowej, które ów związek posiadają, mogą mieć bezpośredni udział w odbieraniu wrażeń lub też przesyłaniu podnieci ku obwodowi ciała. Flechsig wykazał, że na całej powierzchni półkuli mózgowej możemy wyosobnić pięć działek kory, które posiadają związek z narządami zmysłowymi i które wskutek tego należy nazwać ośrodkami odpowiednich zmysłów. Te pięć działek jednak zajmują zaledwie $\frac{1}{3}$ część powierzchni mózgu u człowieka, reszta zaś kory, rozpadająca się na trzy działki, pooddzielane od siebie ośrodkami zmysłowymi, nie zawiera ani czuciowych ani ruchowych neuronów, natomiast obfituje, jak wykazały badania, w neurony „skojarzeniowe”. Neurony te przebiegają w najrozmaitszych kierunkach: jedne z nich łączą ośrodki zmysłowe z temi właśnie działkami, inne łączą te działki pomiędzy sobą, inne znów łączą działki odpowiednie obu półkul. Znów następuje wniosek, mający za sobą wiele danych, że czynność tych działek musi być inna aniżeli ośrodków zmysłowych. Za tym wnioskiem przemawiają także spo-

strzeżenia z dziedziny historii rozwoju narządu nerwowego, które wykazują, że u dziecka np. rozwój tych działek uzupełnia się daleko później niż ośrodków zmysłowych i przeciąga się jeszcze na dość długi przeciąg czasu po urodzeniu. Jeżeli zaś dołączymy do tego dane z zakresu patologii, które wykazują, że z uszkodzeniem kory mózgowej tych okolic są zwykle związane pewne stałe zaburzenia w dziedzinie umysłowej—i dane anatomiczne porównawcze, wykazujące, że im niżej zstępujemy w hierarchii zwierzęcej, tem powierzchnia tych działek się zmniejsza, a zato stosunkowo więcej miejsca zajmują ośrodki zmysłowe, to dojdziemy wraz z Flechsigiem do przekonania, że z temi właśnie okolicami kory mózgowej są związane procesy umysłowe, zachodzące w naszej świadomości. Dlatego też Flechsig nazwał te działki ośrodkami skojarzeniowymi. Nie będziemy się wdawali w rozpatrywanie dalszych wniosków, jakie autor wyprowadza w celu określenia czynności poszczególnych ośrodków skojarzeniowych, gdyż są one natury przeważnie czysto logicznej i zaledwo posiadają danych na swoje poparcie ¹⁾.

Do tej samej kategorii hipotez zaliczyć należy teorią mechanizmu kory mózgowej Schaffera ²⁾. Jeszcze niedawno jeden z zasłużonych na polu badania układu nerwowego uczonych, Edinger, skarżył się, że poznaliśmy już dokładnie budowę kory mózgowej, znamy wszystkie jej części składowe, nie możemy tylko wyjaśnić sobie wzajemnego związku tych elementów, wskutek czego czynność samej kory jest dla nas dotychczas niezrozumiałą. Teoria Schaffera ma na celu wypełnić tę lukę w naszych wiadomościach. Autor na podstawie swoich spostrzeżeń anatomicznych stara się wykazać połączenia, zachodzące pomiędzy neuronami, składającymi ten złożony narząd i wyjaśnić, w jaki sposób podniecia dochodzi do kory, jak zapomocą zawilego układu neuronów skojarzeniowych rozchodzi się po powierzchni i dąży w głąb

¹⁾ Flechsig P.: Gehirn u. Seele. 1895. Lipsk.

„ Die localisation der geistigen Vorgänge. 1896. Lipsk.

Patrz Wszechświat, n-r 4 i 5 1897 r.

²⁾ Schaffer K.: Zur feineren Structur der Hirnrinde. Arch. f. mikr. Anat. T. 48. 1896.

kory, ogarniając coraz nowe jej warstwy. Nie możemy, niestety, bliżej rozpatrywać tutaj tej ze wszech miar ciekawej, teoryi, gdyż sama kora mózgowa ze względu na swoją bardzo złożoną budowę wymagałaby obszernych opisów.

Przejdźmy teraz do rozpatrzenia drugiej kategorii hipotez. Wspólną dla nich cechą jest punkt wyjścia z pojęcia oporu, jakiego doznaje stan czynny przy przechodzeniu z jednego neuronu na drugi. Ponieważ opór ten zależy przedewszystkiem od odległości pomiędzy stykającymi się częściami neuronów, dlatego też anatomia, wyjaśniając zjawiska psychiczne przez zmiany w oporach, musi poszukiwać czynników, które wpływają na zwiększanie lub zmniejszanie się tych odległości.

Rozpatrzmy zjawisko kojarzenia się wrażeń. Jeżeli odbieramy kilka wrażeń jednocześnie, lub też jedno po drugim, to wrażenia te w umyśle naszym zostają połączone ze sobą w pewien szczególniejszy sposób, tak że odtworzenie się jednego z nich pociąga za sobą odtwarzanie się innych. To szeregowanie się wrażeń w takie połączone ze sobą łańcuchy psychologia opisowa nazwała kojarzeniem. Ażeby wyjaśnić to zjawisko z punktu widzenia anatomicznego, musimy przyjąć, że neurony, które były wprowadzone w stan czynny przy odbieraniu tego szeregu wrażeń, zostały także wprowadzone w pewien stały związek i wytworzył się z nich rodzaj łańcucha, w którym poruszenie jednego ogniwa pociąga za sobą współdrżanie innych. Innymi słowy w tym wytworzonym łańcuchu opory, jakie napotykał stan czynny w przechodzeniu z jednego neuronu na drugi, uległy zmniejszeniu i zmniejszenie to pozostało na stałe. Zachodzi tylko teraz pytanie, jakie zmiany anatomiczne stanowią podstawę tego procesu? Pytanie to, wobec tego, że wielkość oporów zależy od odległości, jaka oddziela rozgałęzienia jednych neuronów od drugich, daje się sprowadzić do kwestyi, jakie procesy wpływają na stałe zmniejszanie się tych odległości.

Jako czynnik, który może tutaj mieć niepoślednie znaczenie, włoski uczony, Tan-

zi ¹⁾, podaje znane powszechnie zjawisko, na mocy którego narządy, podlegające ćwiczeniu, ulegają pewnego rodzaju przerostowi. Temu samemu więc prawu, które powoduje, że np. mięśnie gimnastyków bywają zwykle większe i lepiej rozwinięte, niż mięśnie ludzi, którzy ćwiczeniom gimnastycznym się nie oddają, mają podlegać i neurony wraz z ich wyrostkami. Pod wpływem stanu czynnego pewna część układu nerwowego może ulegać fizjologicznemu przekrwieniu. Wskutek tego bieg czynności odżywczych w neuronach potęguje się i zaródź ich przybiera na masie. Jako skutek wykonywanej przez neuron pracy będziemy więc mieli przerost jego i tych jego wyrostków, po których stan czynny się przenosił. Bezpośrednim znów wynikiem tego przerostu będzie to, że drobniutkie odległości, jakie znajdowały się pomiędzy pojedynczymi neuronami, ulegną zmniejszeniu, a przeto zmniejszą się i opory pomiędzy nimi. Wytworzy się więc oczywiście rodzaj łańcucha neuronów, w którym stan czynny, przebiegający na podobieństwo prądu elektrycznego w kierunku najmniejszego oporu, będzie się posuwał w pewnym określonym kierunku.

Ten sam przerost pozwala także wyjaśnić znaczną ilość zjawisk z życia powszedniego, które psychologia pomieściła w dziale t. zw. czynności automatycznych. Jeżeli pewną czynność będziemy powtarzali nieustannie, to wreszcie pomiędzy oddzielnymi aktami tej czynności wytworzy się takie skojarzenie, że samo wykonanie tej czynności nie wymaga z naszej strony żadnego świadomego udziału. Jako przykład może posłużyć tutaj chodzenie, gra na fortepianie i t. p. Anatomiczna zaś podstawa jest tutaj bardzo prosta. Wskutek nieustannego ćwiczenia obniżyły się opory w danym łańcuchu neuronów do tego stopnia, że samo przejście stanu czynnego przez ten łańcuch nie wywołuje w naszym umyśle żadnego stanu świadomości.

Dalej jeszcze w swoich przypuszczeniach w tym kierunku posuwa się jeden z twórców nowoczesnej anatomii układu nerwowego, S.

¹⁾ Tanzi: I fatti e le induzioni nell' istologia del sistem. nerv. (Riv. spez. di fren. e med. leg. 1893).

Ramon y Cajal ¹⁾. Oprócz przerostu, jego zdaniem, działa tutaj jeszcze jeden czynnik, mianowicie możliwość wytwarzania się całkiem nowych wyrostków w komórce nerwowej. Historia rozwoju neuronu wykazuje, że ten rozwój nie kończy się w życiu płodowym człowieka, lecz owszem nawet w życiu pozapłodowym wyrostki komórki nerwowej rozgałęziają się, wydłużają, jednym słowem, stają się coraz bardziej złożonemi. Przerost sam więc nie może wyłącznie polegać na wydłużaniu się już istniejących wyrostków. W życiu płodowym nadmiar odżywiania spowodowałby podział komórki, w życiu zaś pozapłodowym, z chwilą, gdy komórka nerwowa straciła już własność dzielenia się, przerost może się wyrazić jeszcze przez powstawanie nowych wyrostków, które dążą w tym kierunku, gdzie dotychczas połączeń nie było. W ten sposób może się rozwijać układ skojarzeniowy pomiędzy neuronami pewnej określonej części narządów nerwowych. Plastyczność ta neuronu zmieniać się winna w stosunku do wieku człowieka: największą musi być ona u dziecka, zmniejsza się u dorosłego, a ginie zupełnie na starość. Ta okoliczność może nam rzucić światło na przyczyny wielu osobliwości umysłu ludzkiego w rozmaitym wieku życia. W czasie najwyższego rozwoju tego układu skojarzeniowego, mianowicie w mózgu dziecka pod wpływem najrozmaitszych czynników, jak otoczenie, warunki życiowe i t. d. wytwarzają się różne typy i rodzaje skojarzeń neuronów, które dla każdego dziecka będą inne, a od których z biegiem czasu staje się zależnym charakter i duchowe zdolności dorosłego.

Zjawisko kojarzenia się wrażeń dla swego wyjaśnienia wymagało, ażeby przyjęc stałe zmniejszenie się oporów w szeregu neuronów. Istnieją znów inne zjawiska, które każą przypuszczać, że prócz stałych mogą istnieć także czasowe zmiany w oporach. Wiemy np., że pod wpływem pewnych środków, jak kawa, alkohol, bieg myśli odbywa się łatwiej i szybciej, muszą więc owe środki działać na komórki nerwowe w taki sposób,

że wywołują zmniejszenie odległości pomiędzy stykającymi się zakończeniami neuronów. Z drugiej znów strony cały szereg t. zw. nerwów czynnościowych każe wnosić, że możliwe są także czasowe zwiększenia się oporów między neuronami. Wskutek bądźto zaburzeń w krążeniu, bądź też innych nieznanych nam bliżej warunków następuje miejscowa przerwa w komunikacji pomiędzy pewnymi grupami neuronów, co może spowodować już to porażenia, to znów niedowłady, zaburzenia w czuciu i t. d., które znów po pewnym przeciągu czasu mijają, niepozostawiając najmniejszego śladu.

Do zjawisk, których tło można wyjaśnić zapomocą czasowych zmian w oporach, należy policzyć i sen. — Możemy b. wiem przypuścić, że w stanie czuwania stykające się zakończenia wyrostków komórkowych znajdują się w tak nieznacznych od siebie odległościach, że przechołzenie stanu czynnego odbywać się może bardzo łatwo. W stanie znów snu, zakończenia te oddzielają się od siebie, a zwiększona między nimi odległość stanowi przeszkodę, której nie jest w stanie przezwyciężyć podniecia o takim natężeniu, jakie jest dostateczne w stanie czuwania, ażeby wywołać pewien stan świadomości.

Dla wyjaśnienia samego zjawiska snu nie potrzebujemy przypuszczać przerw w komunikacji między neuronami w całym układzie nerwowym. Owszem, różne rodzaje snu, jak sen zwykły, hypnotyczny, dalej senne marzenia każą raczej przypuszczać, że to co nazywamy snem, jest tylko zwiększeniem się oporów w zakresie tylko pewnych grup neuronów. Dla wyjaśnienia tego, co nazywamy snem w potocznym znaczeniu tego wyrazu, wystarczy przyjęc, jak to czyni Pupin ¹⁾, że następuje przerwa tylko w poziomie połączeń neuronów czuciowych obwodowych z ośrodkowemi. Będzie więc to tylko sen częściowy, nie dotyczy on neuronów kory mózgowej bądź całej, bądź też tylko pewnych jej części i przez to nie wyklucza ich czynności wywołującej senne marzenia. Dla wyjaśnienia znów np. snu hypnotycznego na-

¹⁾ S. Ramon y Cajal: Allgemeine Betrachtungen über die Morphologie der Nervenzelle. Arch. f. Anat. u. Phys. 1896.

¹⁾ Pupin Ch.: Le neurone et les hypothèses histologiques sur son mode de fonctionnement. Théorie hist. du sommeil. Thèse. Paryż, 1895.

leży przyjąć, że zwiększają się opory w zakresie innych grup neuronów, najprawdopodobniej w zakresie tych licznych neuronów skojarzeniowych kory mózgowej, które zajmują miejsce pomiędzy czuciowemi i ruchowemi neuronami ośrodkowemi.

Słabe podniety wywołują u człowieka zagrożonego w śnie zwykłym tylko odruchy; nie dochodzą jednak one do kory mózgowej, gdyż nie są w stanie przezwyciężyć zwiększonego oporu. Tymczasem silniejsze podniety mogą spowodować przejście stanu czynnego na komórki ośrodkowe i w ten sposób wywołać przebudzenie.

Zachodzi tylko teraz pytanie, jakie przyczyny mogą spowodować te zmiany w neuronie, które wywołują takie czasowe zwiększenie się oporów. Twórca teorii anatomicznej snu, prof. Duval¹⁾ w Paryżu, przyjął za punkt wyjścia dla wyjaśnienia tych przyczyn, spostrzeżenia Wiedersheima nad zwojem podgardzielowym u *Leptodera hyalina*²⁾. Mianowicie Wiedersheim spostrzegł (1890), że komórki nerwowe u tego zwierzęcia nie są nieruchome, lecz wykazują pewne zmiany kształtu, które przypominają ruchy pełzaka (ameby). To dało pohop Duvalowi do przypuszczenia, że nie tylko u zwierząt niższych, lecz także i u człowieka nawet komórki nerwowe obdarzone są właściwością wykonywania pewnych ruchów, tylko że ruchów tych spostrzegać nie możemy ze względu na to, że tkanki zwierząt wyższych są wogóle nieprzezroczyste. Na to otrzymał Duval ostrą odpawę od Köllikera³⁾, który dla sprawdzenia przedsięwziął cały szereg doświadczeń. Kölliker wykazał w ten sposób, że ani bodźce mechaniczne, ani elektryczne nie są w stanie wywołać skurczu włókna osiowego w nerwie; dalej nie udało mu się nigdy zauważyć podobnego skurczu w zakończeniach nerwowych w przezroczystych częściach ciała u rozmaitych zwierząt. Przypisywanie przeto ruchliwości komórkom ner-

wowym okazało się błędnem. Należy zauważyć, że Kölliker zbił tylko błędny punkt wyjścia, który Duval przyjął do wyjaśnienia przyczyn, wywołujących czasowe zmiany w oporach. Teorya sama jednak daje takie proste objaśnienie wielu zjawisk, zachodzących w układzie nerwowym podczas snu, że znaleźli się obrońcy, którzy, uznawszy punkt wyjścia jej autora za błędny, poczęli szukać warunków, które mogą powodować takie czasowe zmiany w oporach. Do liczby tych obrońców należy S. Ramon y Cajal¹⁾. Autor ten na podstawie swoich badań przeniósł punkt ciężkości na inną tkankę, wchodzącą w skład narządów nerwowych, mianowicie na t. zw. neuroglię. Tkanka ta dla układu nerwowego ma to samo znaczenie, co tkanka łączna w reszcie organizmu. Składa się ona z komórek rozmaitego kształtu, opatrzonych wyrostkami, które, łącząc się ze sobą, wytwarzają siatkę. W oczkach tej siatki rozmieszczone są komórki nerwowe. Prowadząc swoje badania, Ramon y Cajal zauważył, że kształt tych komórek się zmieniał, wyrostki ich — raz stawały się cienkie i długie, to znów grube a krótkie. Oczywiście stąd wniosek, że nie komórki nerwowe, lecz komórki neuroglii posiadają własność ruchu i kurcząc się lub rozkurczając mogą pociągać za sobą komórki nerwowe i w ten sposób zbliżać lub oddalać zakończenia ich wyrostków, a przez to powodować zmiany w oporach.

Daleko prostsze wyjaśnienie przyczyn tych zmian podaje Lugaro (o. c.). Wychodzi on ze swoich obserwacji nad komórką w stanie czynnym. Wiemy już o tem, że charakterystyczną cechą komórki nerwowej, znajdującej się w stanie czynnym, jest to, że zwiększa ona dość znacznie swoją objętość i że wyrostki jej wydłużają się. Nie trzeba zatem uciekać się do wyszukiwania specjalnych właściwości komórki nerwowej, jeżeli jej stan fizyologiczny może nam dać dostateczne wyjaśnienia. W pojęciu więc Lugaro snem należy nazywać stan spoczynku, zachodzący w zakresie pewnych grup neuronów. Ten

¹⁾ Duval M.: *Hypothèses sur la physiologie des centres nerveux; théorie histologique du sommeil.* (Soc. de biol. 2 — 7/II 95).

²⁾ Drobny przezroczysty owad.

³⁾ v. Kölliker: *Kritik der Hypothesen v. Rabl Rückard u. Duval über amoeboide Bewegungen der Neurodendren.*

¹⁾ S. Ramon y Cajal: *Einige Hypothesen über den anatomischen Mechanismus der Ideenbildung etc.* Arch. f. Anat. u. Phys. 1895.

stan spoczynku powoduje powrót komórki nerwowej i jej wyrostków do zwykłej wielkości, wskutek czego odległości pomiędzy pewnymi grupami neuronów muszą się zwiększyć, a co za tem idzie, muszą się także zwiększyć i opory.

J. K. Dudziński.

Doświadczenia Zeemana.

Już dawno domyślano się wpływu pola magnetycznego na promienie świetlne. Faraday mianowicie, zachęcony odkryciem, że płaszczyzna polaryzacji obraca się, jeżeli światło przechodzi przez ciało diamagnetyczne przezroczyste, próbował wykryć wpływ pola magnetycznego na linie spektralne. Doświadczenia jego jednakowoż takiego wpływu nie wykazały, prawdopodobnie wskutek tego, że natężenie pola było zbyt słabe.

Przedmiotem tym w dalszym ciągu zajmował się Tait. Z rozważań teoretycznych doszedł on do wniosku, że linia spektralna może się pod wpływem pola magnetycznego rozdzielić¹⁾. Sprawdzenie doświadczałne tego wniosku udało się dopiero kilkanaście miesięcy temu prof. Zeemanowi.

Doświadczenia Zeemana są następujące:

Miedzy dwiema biegunami silnego elektromagnesu Ruhmkorffa umieszczamy palnik Bunsena. Do płomienia wprowadzamy parę sodu zapomocą azbestu, nasyconego solą kuchenną. Światło, w ten sposób otrzymane, rzucamy na siatkę Rowlanda i widmo, jakie ta siatka daje, obserwujemy przez lunetę. Po zamknięciu prądu, wzbudzającego pole magnetyczne, dwie linie sodu w widmie rozszerzają się. Rozszerzenie to niknie po przerwaniu prądu. W jednym z doświadczeń rozszerzenie całkowite każdej linii wynosiło $\frac{1}{40}$ odległości pierwotnej pomiędzy niemi. Wiemy, że każda część widma odpowiada fali o pewnym oznaczonym okresie drgania. Rozszerzenie więc linii sodu wskazuje, że pod

wplywem pola magnetycznego okres drgania świetlnego się zmienia.

Podobne zjawisko ma miejsce z czerwoną linią litynu i widmem absorpcyjnym sodu.

Brzezi linii sodu, rozszerzonej przez pole magnetyczne, są spolaryzowane kołowo, jeżeli patrzymy wzdłuż linii sił magnesu. Przy dostatecznie silnem natężeniu prądu linie spektralne mogą się rozpaść na dwie, jeżeli patrzymy w kierunku linii sił magnesu. Doświadczenia robione były z linią niebieską kadmu. Po zamknięciu prądu widać wyraźnie dwie linie zamiast jednej. Jedna z nich jest spolaryzowana kołowo w prawo, druga — w lewo.

Jeżeli patrzymy nie w kierunku równoległym lecz prostopadłym do pola, co uskutecznić można przez obrót elektromagnesu o 90°, zobaczymy nie podwójną, ale pojedynczą rozszerzoną linię. Badanie jednak przez nikol wykaże nam, że linia ta składa się z trzech części. W jej środku światło jest spolaryzowane pionowo, po obu zaś bokach poziomo. Należy więc przypuszczać, że przy użyciu jeszcze silniejszego magnesu, otrzymalibyśmy w tych warunkach rozpadnięcie się linii kadmu na trzy oddzielne linie.

Należy jeszcze zauważyć, że płomień, który daje badane widmo, musi się znajdować między biegunami magnesu. Jeżeli go umieścimy dalej, a tylko promienie przepuścimy przez pole magnetyczne, zjawiska rozszerzania albo rozdwojenia linii spektralnych nie będzie wcale.

Prof. Lorentz przewidział niektóre rezultaty doświadczeń Zeemana. Teorya jego przyjmuje, że we wszystkich ciałach znajdują się cząstki o masie określonej z małemi ładunkami elektrycznymi. Drgania świetlne są drganiami tych cząstek, „jonów”, jak je Lorentz nazywa. Oczywiście, że pole magnetyczne musi wywierać działanie na taki jon naelektryzowany w ruchu, podobnie np., jak opór powietrza wpływa na ruch wahadła. Drgania jonów są tego rodzaju, że można je rozłożyć na ruch prostolinijny harmonijny w kierunku np. linii sił pola magnetycznego i na dwa kołowe, prawy i lewy, w płaszczyźnie prostopadłej do tych linii. Pole magnetyczne nie zmienia wcale ruchu prostoliniowego, zmienia zaś okres drgania ruchów kołowych; jeden okres zostanie zwiększony,

¹⁾ Do takiego samego wniosku doszedł prof. Lorentz, wychodząc z zupełnie innych niż Tait założeń o naturze światła.

drugi zaś zmniejszony. Działania takie są prostą analogią do sił, wywieranych między magnesem i prądem elektrycznym. Jon zaś w ruchu musi się zachowywać podobnie do prądu elektrycznego.

Teoria ta tłumaczy dobrze doświadczenia Zeemana. Pod wpływem bowiem siatki dyfrakcyjnej drgania jonów są niejako przesortowane, stosownie do okresu. Linia spektralna rozszerzy się, rozdzieli, albo potroi, stosownie do natężenia pola i wzajemnego położenia promienia i kierunku linii sił. Polaryzacja kołowa brzegów linii rozszerzonej pochodzi stąd, że te brzegi są wynikiem ruchów kołowych jonu, odsuniętych od siebie przez siatkę. Przez dostatecznie wielkie natężenie pola odsunięcie będzie zupełne, linia się rozdzieli. Jeżeli patrzymy w kierunku prostopadłym do linii sił, polaryzacja kołowa musi się zamienić na prostoliniową. Gdybyśmy bowiem mogli jon widzieć, to w tem położeniu patrzylibyśmy w kierunku tej płaszczyzny, w której ruchy jonu się odbywają. Zamiast dróg kołowych jonu widzielibyśmy linie proste. W linii środkowej zaś drgania odbywają się prostopadle do poprzednich, więc i płaszczyzna polaryzacji musi być prostopadła do płaszczyzny polaryzacji linii bocznych. Jeżeli patrzymy równolegle do linii sił, to tej środkowej linii niema w widmie, gdyż drgania ją powodujące są równoległe do linii sił. Hypotetyczny więc obserwator, widzący jony, zobaczyłby w tym przypadku jon w spoczynku, a więc niewysylający drgań świetlnych.

Zgodność więc rezultatów doświadczeń Zeemana z teorią p. Lorentza jest dotychczas zupełną.

Kon. Zak.

(Arch. Néerl. des Sc. ex.).

O sprawie rozmnażania się w państwie roślinnem.

(Dokończenie).

Streszczając to wszystko, cośmy wyżej powiedzieli, przychodzimy do wniosku, że wzmiankowane cztery wodorosty (Oedogo-

nium, Vaucheria, Volvox i Fucus) pomimo znacznych różnic w zewnętrznej swej postaci a także i budowie wewnętrznej przedstawiają wiele stron wspólnych w procesie rozmnażania się płciowego.

Różnica polega tylko na: 1) ilości plemników, wytwarzanych przez płodnik, 2) ilości rzęs, umieszczonych na plemniku, 3) ilości wytwarzanych w jajniku jajek i na koniec 4) na miejscu zapłodnienia. Istota zaś rzeczy pozostaje jednaką. Zawsze mamy do czynienia z jednej strony z masywnem, gołem, pozbawionem błonki, nieruchomem jajkiem, z drugiej — z daleko mniejszym, także nagim lecz ruchomym plemnikiem. Zapłodnianie polega na pochłonięciu plemnika przez jajko; w rezultacie zaś tego aktu otrzymujemy na jajku błonkę, a w następstwie z zapłodnionej jajki świeży osobnik roślinny.

Przypatrzmy się teraz wodorostom, u których proces zapłodniania w porównaniu z już opisanymi odbywa się nieco prościej. Bardzo często w wodzie bieżącej spotyka się wodorost Ulotrix w postaci wojłoku, utworzonego z poplątanych krótkich nitczek, przypominających Oedogonium. Mikroskop dopiero wykazuje różnice, polegające na krótkości komórek, składających nitkę, jak również na położeniu treści komórkowej wewnątrz każdej komórki; treść ta bowiem nie wypełnia równomiernie całej przestrzeni komórkowej, jak to ma miejsce u Oedogonium, lecz gromadzi się zwykle pośrodku komórki w postaci wąskiego pasa. Wskutek tego Ulotrix łatwo odróżnić się daje od wszelkiego innego wodorostu.

Bezpłciowe rozmnażanie się Ulotrix nie przedstawia żadnych różnic typowych w porównaniu z Oedogonium, zrośnięcą i t. d., jeżeli nie będziemy zwracali uwagi na fakt powstawania 2 lub nawet 4 ch ruchomych zarodników z zawartości jednej komórki.

Każda zoospora oprócz dziobka i 4 rzęs położonych na nim posiada jeszcze specjalnego rodzaju plamkę jasnoczerwonej barwy, zwaną „oczkiem” (fig. 8).

Oprócz oczka w zoosporze Ulotrix znajduje się wodniczka (vacuola), której bicie powtarza się, mniej więcej, co minut 15. Losy takiej pływki są zupełnie identyczne z kolejami zrośnięcy i t. p., mianowicie po pewnym przeciągu czasu, podczas którego zoospora

dowolnie i swobodnie porusza się w wodzie, przymocowuje się ona do przedmiotu podwodnego, a wciągnąwszy uprzednio swe rzęsy, wyrasta na nową nić *Ulotrix*.

Lecz oprócz powyżej przytoczonego procesu rozradzania się, trwającego w ciągu całego lata, *Ulotrix* posiada inny jeszcze sposób, prowadzący do tegoż celu. Tylko że w tym razie nie tworzy on, jak możnaby przypuszczać, sądząc z poprzednich przykładów, jajników i płodników, lecz formuje także zoosporę czyli pływki tylko odmienne od poprzednich. W tym razie z każdej komórki otrzymujemy co najmniej 8, lecz częściej 16 lub nawet 32 zoosporę, naturalnie stosunkowo mniejsze od poprzednich. Każda posiada tylko dwie rzęski (fig. 8B).

Małeńkie pływki te uwolniwszy się z wnętrza komórki macierzystej poczynają szybko krążyć w wodzie, jakby szukając się wzajemnie i uderzają się o siebie swemi dzoibkami.



Fig. 8.

Czasem znowu zoosporę rozchodzą się, lecz zwykle po takim spotkaniu przytulają się one do siebie bokiem i w nierozłącznej już spójni w dalszą puszczają się wędrówkę. Następnie granica pomiędzy ich ciałami zanika i powoli obie zoosporę zlewają się z sobą, tworząc jedną całość. Jako rezultat aktu tego, otrzymujemy pływkę z 4-ma rzęsami i dwoma „oczkami”; wkrótce pływka taka przestaje się poruszać. Tworzy ona zieloną kulę, która po pewnym czasie rozpadnie się na kilka pływek, z których każda już bezpośrednio da początek nowej nici *Ulotrix*. Akt łączenia się ze sobą pływek, zwany kopulacją, nie zawsze jednak ma miejsce; warunek takiego zjawiska stanowi istnienie ruchomych zarodników, pochodzących z dwu różnych nici.

Tak więc *Ulotrix* tworzy dwojakiego rodzaju pływki: jedne, posiadające 4 rzęski,

większe, dające początek, każda oddzielnie wzięta – nowej nici wodorostu; drugie, mające tylko 2 rzęsy, mniejsze i podlegające kopulacji. Pierwsze zwa „gametami”, drugie „zygotami”.

Do rzędu wodorostów, zachowujących się przy rozmnażaniu się podobnie jak *Ulotrix*, należą także *Botrydium* i *Pandorina*.

Pierwszy z nich, często spotykany na wilgotnej ziemi, ma postać pęcherza z korzonkami. Jestto, podobnie jak *Vaucheria*, utwór jednokomórkowy, formujący zoosporę stosownie do okoliczności, to w pęcherzu, to w korzeniach. Zoosporę takie posiadają jedną rzęskę i bezpośrednio wyrastają na nową roślinę. Widocznem jest, że w tym razie mamy do czynienia z bezpłciowem rozradzaniem się *Botrydium*.

Jeżeli jednak młodym egzemplarzom wodorostu naszego grozi susza, to zawartość ich dzieli się na kilka kulistych części, otaczających się błonkami i z biegiem czasu zmieniających swe zielone zabarwienie na czerwone. Podczas suszy kulki te nie przejawiają swych sił żywotnych, lecz, gdy tylko dostaną się do wody, treść ich tworzy dość liczną gromadę pływek, wielce odmiennych od tych, jakie rodziły się z zawartości pęcherza. Zoosporę te zielonej lub czerwonej barwy posiadają po 2 rzęsy, z pomocą których szybko poruszają się w otaczającym je płynie, łączą się po 2, czasami po 3 lub nawet 4 ze sobą i następnie zlewają w jedną całość. Widzimy więc z tego, że są to nie zwyczajne zoosporę, lecz podobnie jak u *Ulotrix* „gamety”. Jako rezultat połączenia tworzy się „zygota”, mająca postać nieruchomej, otoczonej błonką kuli, z której natychmiast lub nieco później otrzymujemy nową roślinkę.

Kopulację pływek poraz pierwszy zauważono u wodorostu zbliżonego budową swą do *Volvox*, mianowicie u *Pandoriny*. Przedstawia się on w postaci małych zielonych, swobodnie pływających w wodzie kulek, z których każda składa się z 16 komórek, wypełniających jej wnętrze. Komórki, tworzące tę całość, mają postać zbliżoną wielce do zoospor, posiadają bowiem bezbarwny „dziobek”, czerwone „oczko” i jedną parę długich rzęs, przenikających przez ogólną błonkę, otaczającą wszystkie 16 komórek,

tak, że z ich pomocą kolonia cała swobodnie poruszać się może (fig. 9, I).

Przy bezpłciowym rozmnażaniu się każda z pomiędzy 16-tu komórek, wchodzących w skład Pandoriny, stopniowo zapomocą dzielenia się tworzy nową, także 16-komórkową kolonią (fig. 9, II).

Te nowe kolonie z biegiem czasu wyswo-badają się z otaczającego je śluzowego pęcherza, tworząc w taki sposób wzajemną łączność.

W porównaniu z *Volvoxem* znajdujemy tutaj różnicę, zasadzającą się na równouprawnieniu wszystkich członków kolonii, którzy

w procesie kopulacji ma udział większa zoospora z mniejszą (fig. 9, IV), lecz bywają przypadki, w których kopulacja odbywa się między pływkami (gametami) jednakowej wielkości. Jako rezultat kopulacji otrzymujemy czerwoną kulę, „zygotę”, która po pewnym okresie wypoczynku uwalnia swą treść w postaci jednej stosunkowo dużej, opatrzonej dwiema rzęsami zoospory, tworzącej już bezpośrednio nową kolonią Pandoriny. Ponieważ kopulacją gamet spotykamy tylko u wodorostów, pozbawionych istotnego procesu zapłodniania, zastępuje więc ona, widocznie, ów proces, stanowiąc,

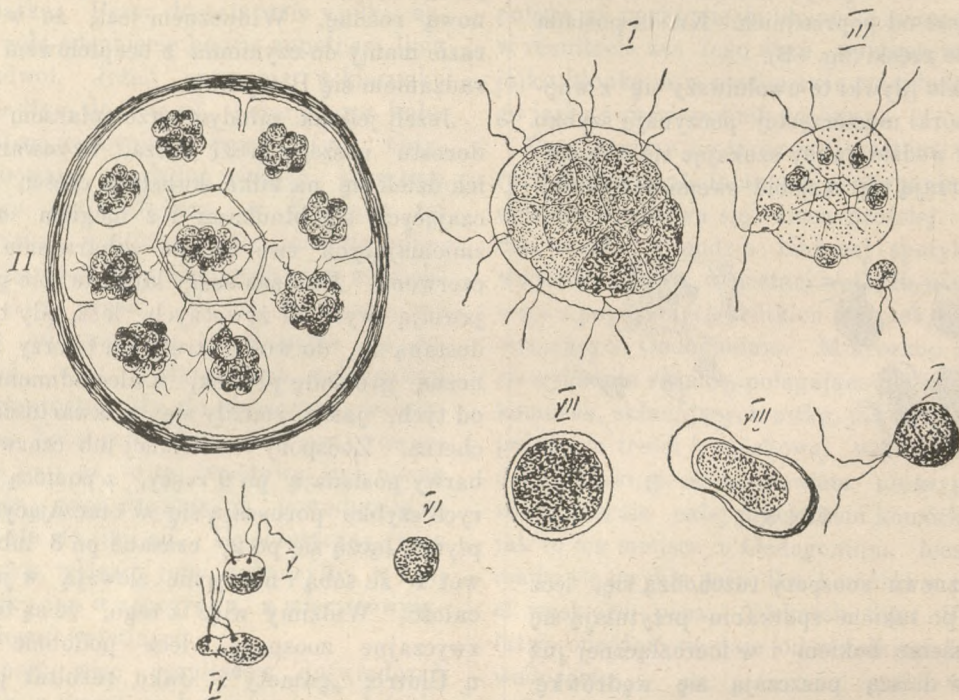


Fig. 9.

jednakowy mają udział w wydawaniu na świat potomstwa.

Takież równouprawnienie uwydatnia się i w innego rodzaju sposobie rozradzania się Pandoriny. Podobnie jak w tylko co wzmiankowanym przypadku wszystkie komórki podlegają podziałowi, lecz zamiast wytwarzania 16-komórkowych kolonii, produkty podziału porzuciwszy śluzową masę zupełnie się wyodrębniają, tak, że otrzymujemy w tym razie chmurę nagich pływek, szybko krążących w wodzie. Zauważyć należy, że nie wszystkie te zoospory są jednakowej wielkości: jedne z nich są większe, inne zaś mniejsze. Zwykle

że się tak wyrażę, prostszą, pierwotniejszą jego formę.

Jedna z podlegających kopulacji gamet jest analogiczną z plemnikiem, druga — z jajkiem. Jajko i plemnik już zewnętrznie różnią się od siebie, gamety zaś formą swą zbyt nie wyróżniają; wewnętrzne wszakże różnice między nimi istnieć muszą, ponieważ inaczej trudno byłoby zrozumieć tę dążność ich do łączenia się wzajemnego.

Przekonani będąc, że wszystko złożone bierze początek z prostszego, uczeni wyrobili sobie następujące pojęcie o pochodzeniu jajek i plemników u wodorostów.

Początkowo istniały na ziemi organizmy roślinne, rozmnażające się tylko bezpłciowym sposobem. Osobniki, żyjące w wodzie, od czasu do czasu tworzyły i uwalniały z wnętrza swego utwory, przypominające wymoczki; były to zoospory. Zoospory te pierwotnie służyły tylko do bezpłciowego tworzenia nowego organizmu a dopiero potem zaczęły podlegać kopulacji, co było pierwszą wskazówką rozwinięcia się w przyszłości istotnego procesu zapłodnienia. W początkach istnienia kopulacji, zoospory, podlegające jej, zachowywały jeszcze zdolność do wyrastania bezpośrednio na nową roślinę, t. j. do bezpłciowego rozradzania się, lecz z biegiem czasu płciowy ich charakter zaznacza się coraz wyraźniej; wreszcie tracą zupełnie wspomnianą zdolność, ustępując ją specjalnym, niepodlegającym kopulacji zoosporom.

Wewnętrzne różnice pomiędzy łączącymi się gametami powoli roztaczają się i na zewnętrzne cechy: gameta żeńska staje się większą, następnie traci zdolność ruchu, nie tworzy rzęsek, zamiast dzióbka zyskuje bezbarwną plamkę zarodkową, słowem, zamienia się na istotne jajko; drobniejsza, męska gameta, przeciwnie, nie tracąc zdolności do ruchu, wytwarza plemnik.

Istnieje jeszcze inny sposób kopulacji, praktykowany przez liczne wodorosty: mianowicie kopulacji w tym razie podlegają nie zoospory, które nie istnieją, lecz treść dwu komórek, posiadających błonki komórkowe (fig. 10A).

Przebieg tego rodzaju kopulacji dość łatwo zbadać można u skrętnic (*Spirogyra*). U wielu gatunków kopulacja odbywa się drabinkowato, t. j. dwie nitki naprzeciw siebie leżące są połączone poprzecznymi mostami. Komórki wysyłają krótkie tępe wyrostki, spotykające i zrastające się z sobą. W wielu razach jeszcze przed kopulacją można poznać, która nitka jest męską, a która żeńską, komórki bowiem tej ostatniej baryłkowato nabrzmiewają (fig. 10B).

Po dokonaniem połączenia się wyrostków kopulujących, zawartość komórki męskiej najpierw zaokrągla się, a w końcu odkleja zewsząd od ściany. Następnie przez kanał

kopulacyjny, w którym przegroda uległa zmięczeniu, przenika do komórki żeńskiej, także zaokrąglonej. Obie komórki stykają się i po kilku minutach zlewają ze sobą. Ciało w taki sposób utworzone, początkowo nagie, pokrywa się następnie błoną i w takim stanie pozostaje kilka tygodni lub nawet miesięcy.

Mamy więc tutaj do czynienia ze sporą lecz specjalnego rodzaju, co też i dało powód do oznaczenia jej mianem „zarodnika sprzężnego” (zygospora). Dzisiaj przyjęto nazywać i zarodnik sprzężny „zygotą”, jak również zawartości komórek, podlegające kopulacji, zwą „gametami”, pomimo, że są one pozbawione rzęsek, które widzieliśmy u *Ulothrix* i innych.

Tylko co opisana sprawa kopulacji jest charakterystyczną dla całej grupy wodoro-

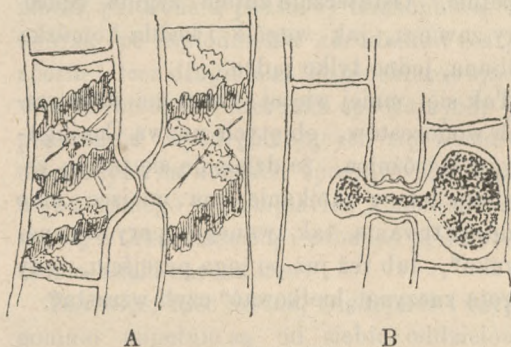


Fig. 10. *Spirogyra* w stanie kopulacji.

rośców, objętych nazwą *Conjugatae*. Do grupy tej oprócz skrętnicy należą pospolite u nas w wodach słodkich gatunki rodzaju *Zygnema*, jakoteż i *Desmidiaceae*. Z temi ostatnimi blisko są spokrewnione okrzemki, u których także spotykamy typową kopulację.

Poznawszy zewnętrzną stronę uproszczonego procesu płciowego, zwanego kopulacją, przyjrzyjmy się zmianom, jakie zachodzą wewnątrz zlewających się ze sobą „gamet”.

Widzieliśmy, że w każdej komórce *Spirogyry* znajduje się spiralna wstęga chlorofilowa (u niektórych skrętnic wstęg takich bywa kilka), a zatem w zygosporze winniśmy otrzymać dwie takie wstęgi. Jednakże, jak wykazały badania lat ostatnich, jedna z nich,

a mianowicie ta, którą przyniosła ze sobą komórka męska, powoli zanika, gdy tymczasem wstęga żeńska zachowuje dawną swą siłę i postać. Niemniej ciekawą jest historia jąder, znajdujących się wewnątrz zygoty. Wnioskując z tego, cośmy widzieli u podlegających kopulacji wodorostów rodzaju *Oedogonium* i tutaj winniśmy się spodziewać zespolenia obu jąder w jedną całość. I w rzeczy samej tak się dzieje, lecz zaraz potem wewnątrz zygoty zauważyć się dają dość zawiłe zjawiska. Jądro, utworzone z jąder męskiej i żeńskiej komórki, poczyną dzielić się w sposób zwykły i każde z nowych jąder jeszcze raz powtarza tenże sam proces. W taki więc sposób wewnątrz naszej zygoty otrzymujemy 4 jądra, trwające wszakże niedługo; wkrótce bowiem 2 z tych jąder przybliżają się do siebie i zlewają w jedno, pozostałe zaś podlegają zwyrodnieniu i zanikają zupełnie. Ostatecznie zatem zygota *Spirogyry* zawiera, jak wogóle i każda komórka roślinna, jedno tylko jądro.

Tak się mniej więcej rzecz ma u wszystkich wodorostów, objętych nazwą *Conjugatae*, z tą różnicą, że dzielenie się jąder, zespalanie ich i zanikanie ma miejsce albo podczas trwania tak zwanego „peryodu spoczynku“, lub też już po jego przejściu, gdy zygota zaczyna „kiełkować“ czyli wzrastać.

Kamieniste wybrzeża mórz porastają nie tylko w zielenicy i brunatnicy, do których należą i wyżej wspomniane wodorosty, ale i w prześliczne w różnych odcieniach, różowe, czerwone lub nawet fioletowe krasnorosty (*Florideae*), do których zwrócimy się teraz, by poznać ich zawiłą i mianowicie bardziej złożoną, aniżeli w *Oedogonium* i woszeryi, sposób rozmnażania się. Większa część krasnorostów rozmnaża się dwojako: płciowo i bezpłciowo.

Podczas tego ostatniego krasnorosty zamiast ruchomych zarodników tworzą nieruchome, początkowo nagie zupełnie zarodniki, zwane „tetrasporami“ (fig. 11 D).

Jak wskazuje sama nazwa, powstają one przez podział treści pewnych powierzchniowych komórek ciała wodorostu na cztery części.

Oprócz „tetraspor“ oddawna już znane

były u krasnorostów innego rodzaju zarodniki, które, jak okazało się, są rezultatem nadzwyczaj oryginalnego procesu płciowego. Zarodnikom tym nadano miano „carposporae“. Tworzą się one prawie zawsze na osobnikach pozbawionych tetraspor.

Sądząc z tego, że egzemplarze z bezpłciowymi tetrasporami spotykają się daleko częściej, niż egzemplarze z płciowymi karposporami, należy przypuszczać, że u krasnorostów istnieje także sama zmiana wielu bezpłciowych pokoleń z jednym płciowym, jaka ma miejsce u *Oedogonium*. Przypuszczenia tego doświadczenie jeszcze nie potwierdziło, a to z powodu bardzo utrudnionej kultury tego rodzaju wodorostów.



Fig. 11.

a—plemnia z plemnikami; b—komórka macierzysta nasion z włoskiem, z którym zespalają się owe plemniki.

W każdym razie taka zmiana pokoleń nie jest właściwą całej grupie, znanymi bowiem są krasnorosty zupełnie pozbawione tetraspor.

Męskie i żeńskie organy mieszczą się zwykle na oddzielnych osobnikach czyli że jeden i ten sam krasnorost może wydawać trojakiego rodzaju egzemplarze: bezpłciowe z tetrasporami, męskie i żeńskie. Czasem zdarza się, że oba rodzaje organów płciowych mieszczą się obok siebie na jednym i tym samym osobniku. Elementami zapładniającymi są tutaj nie plemniki, lecz maleńkie bez-

barwne komórki, nieposiadające rzęsek, a co za tem idzie, niemające własnego ruchu, zwane „spermatia”. Rozwijają się one albo po jednemu w każdej oddzielnej komórce wodorostu, lub też po kilka; w tym ostatnim razie komórce takiej możemy nadać miano płodnika — antheridium. Organ żeński krasnorostów, znany pod nazwą „procarpium”, składa się z dwu części: z długiego włoska „trichophor”, z treścią którego zespała się bezpośrednio plemnik i owocnika „carpogonium” (fig. 11 D), dającego początek licznyim nasionom.

Jak zobaczymy niżej, skomplikowana ta terminologia nie była jedynie kaprysem uczonych, lecz wywołana została przez konieczność, ponieważ znane nam terminy, jak: jajko, oogonium, oospora i inne, nie mogły znaleźć zastosowania u krasnorostów.

Trichophor ma postać, jak wspominaliśmy, cieniutkiego włoska, który swym końcem zawsze wystaje swobodnie w otaczającej go wodzie, nawet wówczas, gdy „procarpia” ukryte bywają wewnątrz wodorostu.

Trichophor zwykle bywa nietylko odgrodzony przy nasadzie swej zapomocą przegrody od „carpogonium”, lecz ten ostatni już przed zapłodnieniem składa się z kilku komórek.

Proces zapłodnienia polega u krasnorostów na następującem: tak zwane spermatycy, unoszone przez wodę morską, przyklejają się do koniuszeczka trichophora i pokrywając się błonką, ulegają kopulacji t. j. przelewają do niego całą swą treść, pozostawiając ślad swego istnienia w postaci brodawek na trichophorze. Zapładniającą substancję przechodzi z niego do carpogonium, pobudzając je do dalszego rozwoju, sam zaś trichophor, jako część już zbyteczna, powoli zanika i ostatecznie zostaje zrzucenym z owocnika, który poczyną rozrastać się, powiększając liczbę swoich komórek i w rezultacie formuje kupkę nasion (fig. 11 B, C). Stoją one po dojrzeniu albo w nagich kupkach, albo są zamknięte w kubeczkach. Nasiona te otoczone dość grubą błoną kielkują zaraz po dojrzeniu.

Porównywając wyżej opisany sposób zapłodnienia krasnorostów z takimże procesem u innych wodorostów, zauważyć się dają następujące różnice: 1) nietylko żeńskie ale

i męskie elementy zatraciły swą zdolność ruchów; 2) część żeńskiego organu, bezpośrednio przyjmująca element zapładniający, wyodrębniła się od tej, która właściwie podlega zapłodnieniu; 3) nie mamy tutaj jajka w postaci nagiej masy, któraby po zapłodnieniu otaczała się błonką; 4) jako rezultat zapłodnienia otrzymujemy nie jedną sporę czyli zarodnik, lecz całą ich kupkę. Wogóle sprawy płciowe u krasnorostów przebiegają w sposób tak dalece odmienny, że wielu uczonych nie zgadza się na włączenie krasnorostów do grupy wodorostów; według ich zdania organizmy te stanowią winny oddzielną grupę, której stosunek do wodorostów jak dotychczas pozostaje zagadką.

Istnieją krasnorosty, u których zapłodnienie odbywa się w sposób jeszcze bardziej złożony. Mamy więc tutaj trichophor, do którego końca przylegają „spermatia”, lecz komórki, położone u podstawy trichophora, nie tworzą po zapłodnieniu zarodników (carposporae), lecz długie nici, które skierowują się w różne strony w kierunku specjalnych, już poprzednio wyodrębniających się komórek, osadzonych na końcach specjalnych gałązek tegoż samego egzemplarza; koniec nici zlewa się z taką komórką i pobudza ją do utworzenia kupki zarodników.

Tak więc, rzecz można, trichophor i carpogonium zupełnie są od siebie oddzielone: trichophor został pozbawiony owocnika, ten ostatni zaś — trichophora, tak że związek pomiędzy nimi zachodzi tylko podczas zapładniania przy pomocy osobliwego rodzaju nici, roznoszących zapładniającą substancję.

Zarazem zapłodnienie powtarza się tutaj jakoby dwa razy: poraz pierwszy, gdy pod wpływem plemników (spermatia), które przyległy do trichophora, wytwarzają się zapładniające nici, — poraz drugi, gdy nici te zlewają się z owocnikami (carpogonium).

U niektórych krasnorostów owocniki układają się w rzędy; naówczas zapłodnieniu podlegają tylko środkowe, ponieważ tylko do ich długich trichophorów przylegają plemniki; carpospory zaś (zarodniki) rozwijają się tylko z bocznych owocników. Widocznie środkowe owocniki mają tutaj znaczenie pośredników tylko; przyjmują one zapładniającą substancję i oddają ją osobnikom, położonym na krańcach rzędów. Zapładniających

nici nie spotykamy w tym razie, ponieważ są one zbyt rzadkie wskutek układania się owocników w rzędy.

Kończąc opis procesów płciowych u wodorostów, możemy zauważyć 5 grup, różniących się ich przebiegiem: 1) niższe wodorosty, zupełnie pozbawione procesu zapłodnienia; 2) wodorosty z uproszczonym zapłodnieniem pod postacią ulegających kopulacji pływek; 3) równoległy do tego ostatniego typ wodorostów sprzężnych; 4) wodorosty z typowym zapłodnieniem, t. j. posiadające jajka i plemniki i 5) typ krasnorostów ze złożonym procesem płciowym.

Typ drugi rozwinął się prawdopodobnie z pierwszego, czwarty—z drugiego, typy zaś wodorostów sprzężnych i krasnorostów zupełnie wyodrębniły się, tak że stosunek ich do wyżej wymienionych pozostaje niewyjaśniony.

Dzisiaj przyjęto nazywać wodorosty, pozbawione zupełnie procesów płciowych, agamicznymi, wodorosty, u których proces zapłodnienia polega na kopulacji dwu ruchomych lub nieruchomych gamet (pływek)—izogamicznymi; wodorosty, posiadające jajka i plemniki—oogamicznymi; krasnorosty wreszcie sąto wodorosty karpogamiczne.

Zygmunt Woycicki.

SPRAWOZDANIE.

— Wiadomości początkowe z biologii czyli nauki o istotach żyjących, napisał prof. d-r Józef Nusbaum. Z 38 rysunkami w tekście. Warszawa, 1898.

W podręcznikach botaniki i zoologii, przeznaczonych do użytku szkolnego lub też popularnie skreślonych dla szerszej publiczności, uwzględniana bywa prawie wyłącznie tylko sucha systematyka, gdy tymczasem kwestye, odnoszące się do ogólnych zjawisk biologicznych, zostają zwykle pominięte. Wobec takiego stanu rzeczy i braku w naszej literaturze oryginalnego dzieła z dziedziny biologii ogólnej należy z prawdziwą przyjemnością powitać wydanie „Wiadomości początkowych z biologii”, których celem—jak objaśnia autor w przedmowie—jest właśnie podanie młodzieży oraz osobom dorosłym, posiadającym pewien już zasób wiadomości z nauk

przyrodniczych, tych zasad biologicznych, które „rozszerzają widnokrąg ich wiadomości, pobudzają do zastanowienia się nad otaczającą przyrodą organiczną, oraz nad przyczynami zjawisk w niej zachodzących”. Nader dodatnie wrażenie czyni spis rzeczy, objętych dziełem prof. Nusbauma, albowiem wylicza cały zbiór najistotniejszych kwestyj biologicznych. Treść dzieła jest następująca:

Po krótkim określeniu biologii, którą autor pojmuje w najszerszym znaczeniu, t. j. jako naukę „o jestestwach żyjących wogóle”, znajdujemy wyjaśnienie podziału ciał na organiczne i nieorganiczne. Następnie autor mówi o różnicach między istotami organizowanymi czyli ustrojami i ciałami mineralnymi, dalej zaś o różnicach między roślinami i zwierzętami. Zwróciwszy uwagę czytelnika na to, że komórka organiczna jest elementarnym składnikiem ciała roślin i zwierząt, autor daje krótkie wiadomości o jej budowie, oraz o zjawiskach w niej zachodzących. Stąd krok jeden do różnicowania się komórek, do tkanki i ogólnych zasad embriologii. Skończywszy z embryogenią prof. Nusbaum przechodzi do filogenii, potrąca mimochodem o historię ziemi, zatrzymuje się nieco dłużej nad zasadami i zdobyczami paleontologii, co pozwala mu wypowiedzieć wniosek, „że istoty o budowie wyższej rozwinęły się stopniowo z ustrojów prościej uorganizowanych”. Wyjaśnienie przyczyn tej przemiany, oraz ciekawsze przykłady przystosowania się istot żyjących do warunków bytu zajmują ostatnie stronicie „Wiadomości początkowych”.

Treść dziełka więc bardzo jest bogata i obiekująca, wykonanie pozostawia jednak dużo do życzenia, albowiem każda stronica, każdy prawie wiersz i rysunek zdają się świadczyć o wielkim pośpiechu, w jakim praca została rzucona na papier. Ta pobieżność i wynikłe stąd niejasności sprawiają nader ujemne wrażenie. Dla przykładu przytoczymy tu z dziełka następujące ustępy:

„Pewne niższe, mikroskopowe ustroje roślinne, zetknąwszy się z roztworem cukru, który jest chemicznym związkiem tlenu, węgla i wodoru, mogą pobierać przy oddychaniu tlen z owego związku i powodować przeto rozkład cukru na pewne prostsze połączenia”. Str. 29.

„Jaje ptasie jest więc jedną komórką, ale stosunkowo tak wielką, dlatego, że oprócz zarodku i jądra, t. j. właściwych głównych składników komórkowych, zawiera także znaczne ilości żółtka i białka, stanowiące zapasy komórkowe dla zarodka pisklęcia, które ma się z jaja rozwinąć”. Str. 65.

„W organizmach wielokomórkowych znajdujemy bardzo rozmaite grupy komórek. W każdej takiej grupie komórki są z sobą połączone mniej lub więcej ściśle, a te ich połączenia zwą się tkankami”. Str. 72. (A więc każde skupienie komórek, nawet różnorodnych, stanowi tkankę?)

„Nauka o budowie i powstawaniu skorupy ziemskiej czyli geologia odróżnia t. zw. okresy geologiczne, mianowicie dawniejsze, w których formowały się starsze skały osadowe, oraz nowsze, w których tworzyły się pokłady młodsze”. Str. 84.—„Tu i owdzie, np. wskutek trzęsień ziemi (!), starsze pokłady mogły wydostać się na wierzch, a młodsze zostały głębiej zagrzebane”. Str. 85.

Pobieżność pracy ujawnia się najwydatniej w rysunkach. Część ich, dobrana z niektórych podręczników, odbita jest dość miernie. Druga zaś część, obejmująca figury grubo schematyzowane, przypomina notatki studentów, słuchających pierwszy raz wykładów histologii. Ciekawe są jądra o zadziwiająco zgrubiałych błonach w fig. 17 C, jak również brodate jądra w fig. 20 A, B i C, a najciekawszy okaz stanowi rysunek gastruli o 8 komórkach, leżących w jednej płaszczyźnie, w fig. 22 D. Objasnienia rysunków również nader niedbale są podane; trudno np. zrozumieć znaczenia fig. 22 G, ponieważ nie wspomniano, że wyobraża przecięcie poprzeczne zarodka.

Korekta druku pozostawia również dużo do życzenia, gdyż prócz błędów sprostowanych w końcu książeczki, znajduje się tam jeszcze dość dużo niedostrzeżonych przy rewizyi.

J. S.

KRONIKA NAUKOWA.

— **Cień Saturna.** Na dwu rysunkach, dokonanych przez p. Wanasska, astronoma w Kis Kartal w Węgrzech, cień rzucony przez Saturna na jego pierścienie okazuje się wklęsłym. Tenże sam szczegół dostrzegli dawniej inni już astronomowie, jak Schröter, Lassell, de la Rue i Webb; według „Astronomische Nachrichten” przypisywać to należy pewnym nieregularnościom w rozkładzie masy pierścieni, gdy więc będzie można oznaczyć okresy, w jakich się objaw ten powtarza, dozwoli to może wysnuć pewne wnioski o budowie tych osobliwych utworów, o których dotąd to tylko wiemy, że są rojami meteorów, albo drobnutkich księżyców Saturna.

S. K.

— **Sztuczne wywoływanie daltonizmu.** P. Jerzy Burch przedstawił towarzystwu królewskiemu w Londynie, że można sztucznie wywołać chwilowy daltonizm czyli ślepotę barwną. Jeżeli wystawimy oko na promienie słoneczne w ognisku szkła powiększającego, poza ekranem czerwonym, ulegamy ślepotcie przejściowej na barwę czerwoną; geranie czerwone wydają się wtedy czarnymi lub niebiesko-różowymi. W podobny sposób wywołać można ślepotę na barwę zieloną

i fioletową. Autor poddawał się podobnym doświadczeniom systematycznie i wzbudzał w swem oku ślepotę, wystawiając je na natężone oświetlenie przez różne części widma słonecznego; przekonał się tą drogą, że określone części widma, a mianowicie czerwień od linii widmowej A do B, zieleni w pobliżu E, błękit na połowie odległości między F i G, oraz fiolet poza linią G, sprowadzają rezultaty bardzo wybitne i charakterystyczne, co wskazuje, że każda z tych barw odpowiada oznaczonej wrażliwości barwnej wzroku. Przytłumienie chwilowe poczucia pewnej barwy nie ma zgola wpływu na natężenie wrażeń, wywołanych przez barwy inne; z tych czterech zabarwień, czerwonego, zielonego, niebieskiego i fioletowego, znosić można w oku poczucie dwu lub trzech, jednocześnie lub kolejno.

Dla wyjaśnienia wszelkich wrażeń barwnych służy, jak wiadomo, teoria Younga i Helmholtza, która je sprowadza do trzech tylko wrażeń zasadniczych, czerwieni, zieleni i fioletu (lub, według Maxwella, błękitu).

Przed niewielu wszakże la'y nową teorią poczucia wrażeń barwnych podał Hering. Według teorii tej z poczuciem barw łączą się wręcz przeciwne sobie sprawy chemiczne—przyswajanie i wydzielanie czyli asymilacja i dysmилacja, zachodzące w trzech substancjach wzrzkowych, czarno-białej, niebiesko-żółtej i czerwono-zielonej. Hering przyjmuje, że barwa czarna nie jest tylko brakiem światła, ale polega na istotnem jej poczuciu przez oko; wrażenie barwy białej wiąże się z zużyciem substancyi, czarnej zaś z jej wydzielaniem. Podobnież dzieć się ma z poczuciem barw czerwonej i zielonej, żółtej i niebieskiej; barwa fioletowa ma być złożonem wrażeniem czerwonej i niebieskiej, pomarańczowa żółtej i czerwonej.

Teoria Heringa, pomimo zawikłania i pewnej niejasności, zyskała stronników; p. Burch wszakże sądzi, że dostrzeżenia Younga w ściślejszej są zgodności z dawną teorią Younga, chociaż wymagają nie trzech, ale czterech zasadniczych wrażeń barwnych, barwy czerwonej, zielonej, niebieskiej i fioletowej.

S. K.

— **O indywidualnych różnicach fizyologiczno-chemicznych między istotami jednokomórkowymi w obrębie jednego gatunku.** P. Jensen zauważył u radiolaryj *Orbitolites complanatus* i *Amphistegina Lessonii*, że nibynóżki należące do jednego osobnika mogą zlewać się jedne z drugimi. Jeżeli zaś następuje zetknięcie się nibynóżek, należących do dwu różnych osobników tegoż gatunku, wtenczas zauważyć w nich można coś w rodzaju odepchnięcia się, po czem wkrótce następuje ziarnisty rozpad zarodki. Jeżeli odciętą masę protoplazmatyczną zbliżymy do nibynóżki tego osobnika, od którego masa owa pochodzi, to również następuje zlanie się w sposób zupełnie identyczny z tworzeniem się anasto-

moz między nibynózkami. Na zasadzie tych danych p. Jensen wypowiada zdanie, że pomiędzy osobnikami jednego i tegoż samego gatunku istnieją dość znaczne fizyologiczno-chemiczne różnice.

(Arch. f. ges. Phys.).

Jan S.

— **Drzewo podróżyńnych** (*Ravenala madagascariensis* s. *Urania speciosa*), według rozpowszechnionych opowiadań ma być wielkiem dobrodziejstwem dla mieszkańców Madagaskaru, gdyż w ogonkach liściowych przechowują się znaczne ilości wody, z której ludzie korzystają w miarę potrzeby. P. J. Grisard w *Bulletin de la Société d'Acclimatation* zbija ten pogląd, wymieniając natomiast inne użytki z tej rośliny. Drzewo podróżyńnych, należące do rodziny bananowatych (*Musaceae*), ma lodygę, która dosięga nieraz 10 m wysokości; na niej osadzone są dwurzędowe okazałe liście (2,5—3 m długie), z kształtu podobne do bananowych, a ułożone w taki sposób, że razem tworzą olbrzymi wachlarz. Mają one długie ogonki, z obszerną pochwą

w podstawie; w ogonkach tych zbiera się woda i następnie za przekłóciem ogonka ścieka. W ten sposób właśnie mieli z niej korzystać spragnieni wędrowcy; p. Grisard jednak twierdzi, że nie nadaje się ona wcale do picia, gdyż zawiera zawsze mnóstwo nieżywych owadów, które, rozkładając się, psują ją i czynią zupełnie niezdatną do użytku. Przytem *Ravenala* rośnie w miejscowościach bagnistych i wilgotnych, w których brak wody nie daje się wogóle odczuwać. Zato przynosi ona wiele innych korzyści: twardych lodyg używa się na słupy do chat oraz podłogi, liści na przykrywanie dachów, zamiast obrusów na stoły, a jednocześnie zamiast półmisków, np. do podawania ryżu; do zawijania rozmaitych przedmiotów i t. p. Młode liście bywają jadane na jarzynę. Wysuszone ogonki liściowe wchodziły w skład budowli, jako poprzeczki w ścianach oraz na wiązanie dachów. Z nasion krajowcy mielią mąkę; z błękitnej ich osnówki wyciskają olej jadalny.

(Rev. scient.).

B. D.

Buletyn meteorologiczny

za tydzień od d. 6 do 12 kwietnia 1898 r.

(ze spostrzeżeń na stacyi meteorologicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie).

Dzień	Barometr 700 mm +			Temperatura w st. C.					Włg. śr.	Kierunek wiatru Szybkość w metrach na sekundę	Suma opadu	U w a g i
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.				
6 S.	49,7	52,2	53,0	2,3	7,0	4,4	8,0	0,8	62	W ³ , W ³ , SW ⁵	—	● w ciągu dnia kilkakrot. ● * drobny w południe ● * zrana ● od rana do 1 h. 40 mpm ● cały dzień z przerwami
7 C.	48,7	49,5	51,1	3,6	5,9	5,8	8,5	3,5	82	W ¹² , W ⁵ , SW ³	1,2	
8 P.	54,5	55,0	54,5	0,7	6,4	6,3	8,0	—0,5	51	NE ³ , SW ¹ , SW ³	—	
9 S.	55,4	55,1	52,1	2,1	6,2	5,7	7,6	0,5	43	NE ³ , NE ³ , O	0,0	
10 N.	45,4	46,0	46,9	3,6	7,5	6,2	9,0	2,4	54	E ² , E ⁴ , NE ¹	0,1	
11 P.	41,5	38,4	38,4	5,4	7,9	7,2	11,0	5,1	91	S ⁵ , S ³ , SW ¹	10,3	
12 W.	39,9	41,3	43,2	4,6	6,4	5,6	7,6	3,7	88	N ³ , O, E ⁴	2,3	
Średnia	48,2			5,4					67		13,9	

T R E Ś Ć. Nowsze poglądy na budowę i czynności układu nerwowego, przez J. K. Dudzińskiego. — Doświadczenia Zeemanna, przez Kon. Zak. — O sprawie rozmnażania się w państwie roślinnem, przez Z. Woycieckiego (dokończenie). — Sprawozdanie. — Kronika naukowa. — Buletyn meteorologiczny.

Wydawca Sukcesorowie A. Ślósarskiego

Redaktor Br. Znatowicz.

Дозволено Цензурою. Варшава, 3 апрѣля 1898 г.

Warszawa. Druk Emila Skińskiego.