

ZESZYT III.

1927.

ROCZNIK LII.

KOSMOS

PRZEGLĄD ZAGADNIENŃ NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



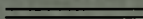
WE LWOWIE

NAKŁADEM POLSKIEGO TOW. PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA W. R. i O. P.

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

TREŚĆ.

	Str.
W. Szafer. — W dziesięciolecie śmierci Marjana Raciborskiego	203
R. Joszt. — Z zagadnień wojny gazowej. IV. Gazy bojowe na polu walki. (Atak i obrona)	220
Z. Grodzki. — Pochodzenie ssaków. (Wykład habilitacyjny, wygłoszony na Uniwersytecie Jagiellońskim dnia 7 maja 1927 r.)	244
R. Będowski. — Intracellularna symbioza u zwierząt . .	253
<i>Sprawozdania i oceny</i>	277
<i>Polska Bibliografia przyrodnicza</i>	280



„Przegląd Zagadnień Naukowych“ jest przeznaczony wyłącznie dla członków Towarzystwa i nie może być otrzymywany w drodze handlu księgarskiego.

Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.



KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

PRZEGLĄD ZAGADNIENŃ NAUKOWYCH POD REDAKCJĄ D. SZYMKIEWICZA.

ROCZNIK LII.

ROK 1927.

ZESZYT III.

W. SZAFER.

W dziesięciolecie śmierci Marjana Raciborskiego ¹⁾.

W nocy z 24-go na 25-go marca roku 1917-go, samotny, z epopeją Mickiewicza w stygnących dłoniach, zgasł w Zakopanem największy biolog polski Marjan Raciborski. Dnia 28-go, w dzień pochmurny i dżdżysty przedwiośnia podhalańskiego złożyła Go do grobu szczupła garstka przyjaciół i uczniów, gdyż większość tych, którzy pragnęli znaleźć się przy tej drogiej trumnie, była na wojnie. Po ziemi polskiej chodziły wtedy powszechnie smutek i żałoba. To też strata Raciborskiego przeszła bez głośniejszego echa w społeczeństwie znękanem i już, zda się, ostatkiem sił spoglądającym w niebo, rychło li stamtąd zaświta jutrzeńka wolności. Na kopczyku ziemi kryjącej resztki śmiertelne wielkiego Polaka, syna powstańca, ręka Jego uczniów dublańskich postawiła krzyż drewniany.

Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, którego Raciborski był duszą przez lata całe; najpierw we Lwowie a potem w Krakowie, uczciło pamięć Jego uroczystą Akademią w dniu 29 maja 1917 r., w czasie której zespół przyjaciół i uczniów Zmarłego oddał należną cześć Jego pamięci i zapisał na łamach „Kosmosu“, w szeregu fachowych artykułów, dla potomności Jego zasługi dla nauki światowej i polskiej, dla której przedwczesna śmierć Raciborskiego była ciężkim ciosem, tem cięższym, że już przed nim śmierć skosiła kwiat polskich przyrodników: Smoluchowskiego, Rudzkiego, Olszewskiego, Rotherta i przecięła nić młodego życia

¹⁾ Załączona tablica przedstawia Raciborskiego na tle jawańskiej roślinności.

najbliższego sercu Raciborskiego Jego ucznia, Antoiniego Żmudy.

Było smutno i ciężko. Zdawało się, że z trumnami czołowych ludzi nauki polskiej pogrzebane zostały w tym czasie klęski na długie lata zawiązki rozkwitu nauki w kraju, zwłaszcza zaś dotkniętej najwięcej botaniki. Niejaką pociechą naszą po pomienionych stratach był odzew zagranicznej nauki, która, chociaż sama pogrążona w odmęcie wojennych strat i nieszczęść, poświęciła i naszym stratom kartę wspomnienia: nekrolog Raciborskiego, napisany przez profesora Karola Goebbla z Monachium, był tego odzewu najwymowniejszym wyrazem.

Lecz niezadługo przyszedł czas wielkiej i szczęśliwej odmiany losów dla Narodu Polskiego. W pamiętne dni listopadowe roku 1918-go, bezbronni niemal garstki szarych żołnierzyków i młodzieży rozbroiły na ulicach starej i nowej stolicy Polski okupantów wojennych a prastare dzielnice piastowskie podniosły oręż powstańczy. Zakwitł na ziemi polskiej kwiat wolności, o którym marzył i do którego tęsknił Raciborski całą głębią swego serca, a który los oglądać mu poskąpił.

W gorączkowej pracy państwowo-twórczej nadszedł teraz czas wydobycia na wierzch tych wartości, które stworzyło pokolenie przedwojenne. I oto okazało się, iż zasiew, jaki rzucił w glebę polską w latach niewoli genjusz Raciborskiego, wydał obfity plon w warunkach nowego życia. Ideje o trwałej wartości, które wydał z siebie, stały się teraz realnym czynnikiem twórczym przy wszelkich pracach podejmowanych przez nas. Dość będzie, gdy powiem, że niemniej aniżeli siedm katedr botaniki w organizujących się szkołach wyższych objęli uczniowie Raciborskiego, że Polskie Towarzystwo Botaniczne wyrosło na podstawie botanicznych „wieczorów czwartkowych“, stworzonych przez Niego w r. 1909, oraz że przeważna część prac naukowych, podjętych po wojnie przez stare i nowe pracownie botaniczne polskie, była emanacją Jego idei naukowych. W perspektywie dziesięciu minionych lat widzimy dziś wszyscy, kim był dla nauki polskiej Raciborski: był On dla niej w latach niewoli ostoją i zarzewiem, w latach odzyskanej wolności stał się jej odnowicielem.

Zaiste trudnego podjąłem się zadania. Pragnę w die-siątą rocznicę śmierci Marjana Raciborskiego uka-zać Jego promiennego ducha tym przyrodnikom polskim, którzy go za życia nie znali, tym zaś, którzy z nim, tak jak ja, obcowali lecz może nie mieli szczęścia zbliżenia się doń, chcę Go przypomnieć i sylwetkę Zmarłego w duszach ich wskrzesić; ci zaś, którzy stali przy boku Raciborskiego, niechaj tych wspomnień nie czytają, gdyż nie są one dla nich przeznaczone, ci bowiem, tak jak ja sam, noszą w sereu nigdy nie blednący obraz mistrza, którego nie śmiałbym naruszyć najlżejszem choćby dotknięciem, aby nie stracili nic ze skarbu wspomnień, który ich jest tylko własnością.

Zakres wspomnień o Raciborskim chcę z góry ogra-niczyć w jednym zwłaszcza względzie, a mianowicie w kie-runku analizy jego zasług naukowych. Na łamach „Kosmosu“ roztrząsano już bowiem tę sprawę dwukrotnie, raz w tomie XLII (wydanym w r. 1919) w szeregu artykułów napisanych przez grupę botaników polskich, specjalistów w różnych ga-łęziach tej nauki, powtóre zaś w roku bieżącym działalność naukową Raciborskiego przedstawiono wszechstronnie w jubileuszowym (50-tym) roczniku tegoż pisma, w zbiorowym zarysie historii botaniki w Polsce¹⁾. Do tych źródeł odsyłam zatem wszystkich tych, którzy pragnęliby poznać, czem był Ra-ciborski jako uczony i jaką po sobie pozostawił spuści-znę naukową.

Rozpaczynam od życiorysu, przyczem jestem w tem szczęśliwem położeniu, iż mogę podać króciutką autobiografię Ra-ciborskiego, złożoną z dwu w rękopisie odnalezionych jego życiorysów, jednego napisanego w r. 1892, gdy na we-zwanie dyrekcji wniósł podanie o przyjęcie go do Dublan na katedrę, którą otrzymał podówczas I. Szyszyłowicz (Ra-ciborski za najgodniejszego kandydata uważał L. Nowa-kowskiego z Czernichowa), i drugiego niedokończonego, z r. 1906, pisanego nie wiadomo w jakim celu. Obydwie te autobiografie, złożone razem i sięgające po r. 1906, uzupełnię

¹⁾ Tom ten ukaże się w końcu br. lub na wiosnę roku przyszłego i obejmie historję nauk przyrodniczych w Polsce w ciągu ostatnich lat 50-ciu.

podaniem jego życiorysu w ostatniem dziesięcioleciu oraz kilkanaście komentarzami w przypiskach, odnoszącemi się do tych faktów, które w autobiografji zostały świadomie pominięte.

Autobiografja. Część I z r. 1892.

„Moje *curriculum vitae et studiorum* nie jest obszerne. Urodziłem się w Brzostowej pod Opatowem, w ziemi Radomskiej 16 września 1863 r. Mój ojciec Franciszek był organizatorem powstania w powiecie opatowskim i sandomierskim; w kwietniu 1864 uciekł zagranicę, a matka moja wraz ze mną podążyła za nim na emigrację w r. 1866. Po pobycie w Szwajcarii i Bawarii przybyłem do Krakowa, gdzie w latach 1873 do 1880 ukończyłem szkołę realną, zdawszy egzamin dojrzałości z odznaczeniem. Już w tej szkole pod wpływem dzielnych nauczycieli-przyrodników, Zaręcznego i Wierzejskiego, zająłem się botaniką i to było powodem, że po kilkumiesięcznym pobycie na Politechnice we Lwowie przyjechałem — po śmierci ojca — do Krakowa, gdzie zapisałem się jako uczeń medycyny (jako realista) na Wydział Filozoficzny. Do r. 1885 słuchałem różnych wykładów przyrodniczych i pracowałem w pracowniach profesorów: Rostafińskiego, Janczewskiego, Wróblewskiego, Wierzejskiego, Altha, poczem w r. 1885 zostałem asystentem przy katedrze botaniki. W tym czasie zajmowałem się studjami samodzielnie a wyniki ich ogłaszałem w wydawnictwach Akademji Umiejętności. Komisja Fizjograficzna powołała mnie w r. 1885 na swego członka. W r. 1886 zdałem, jako abiturjent, egzamin dojrzałości w gimnazjum św. Anny, a że zająłem się w tym czasie bliżej grzybami i chorobami roślin, przeto dla zapoznania się z analogicznymi a znacznie lepiej zbadanymi chorobami człowieka, pracowałem teoretycznie nad różnemi działami medycyny w pracowniach profesorów: Cybulskiego, Adamkiewicza, Teichmana, Browicza i Stopezańskiego. Zresztą poświęcałem cały czas wolny od zajęć asystenckich na badania botaniczne, w którym to kierunku u nas jeszcze bardzo wiele trzeba pracować, aby dorównać zagranicy. W miesiącach wakacyjnych od lat dziewięciu odbywałem w tym czasie stale, z polecenia Komisji Fizjograficznej, wycieczki botaniczne, w innych opracowywałem zebrane materiały. Wynik

mych badań naukowych złożyłem w kilkudziesięciu rozprawach, drukowanych przeważnie w pismach Akademji Krakowskiej. Największa moja praca, „Flora kopalna glinek ogniotrwałych“, znajduje się dopiero pod prasą¹⁾. Tytuły dawniejszych podaję osobno, przyczem pomijam naturalnie drobne notatki naukowe lub artykuły treści popularnej, umieszczane w „Wszechświecie“, „Ateneum“ lub w sprawozdaniach z posiedzeń Komisji Fizjograficznej, zjazdu przyrodników w Poznaniu i Krakowie i t. d.“

Ciąg dalszy autobiografji z rękopisu z r. 1906:

„Jesienią 1892 roku otrzymałem stypendjum akademickie im. Gałęzowskiego i wyjechałem na dalsze studia botaniczne i paleobotaniczne do Niemiec, gdzie pracowałem w laboratorjach i muzeach we Wrocławiu, Münster, Bonn (u Strasburgera), Strasburgu (u Solmsa), Tybindze (u Vöchtinga). W r. 1893 zostałem asystentem Instytutu dla fizjologii roślin na Uniwersytecie Monachijskim (u K. Goebela), gdzie w r. 1894 zdałem doktorat filozoficzny²⁾).

W listopadzie 1896 r. opuściłem Monachjum zawezwany przez Dr. M. Treuba, dyrektora s'Lands Plantentorian w Buitenzorg na Jawie, do opracowania paproci Jawy zachodniej. Po ukończeniu tej pracy przenieśliem się w r. 1897 do Kagog pod Tegalem w Jawie środkowej dla badań trzciny cukrowej, w r. 1898 zaś z powrotem do Buitenzorgu, gdzie objąłem kierownictwo stacji dla badań tytoniu sułtanatów Jawy środkowej. W tych latach odbywałem liczne wycieczki botaniczne po całej Jawie i innych wyspach Insulindy. W sierpniu 1900 r. opuściłem Jawę dla objęcia katedry botaniki w Akademji Rolniczej w Dublanach pod Lwowem³⁾, po drodze zwiedziłem

¹⁾ Przedłożona na posiedzeniu Akademji w dniu 20 stycznia 1890 r., z powodu trudności wydawniczych (litografja tablic i korekty) ukazała się dopiero w 1894. (*Przyp. autora*).

²⁾ W archiwum Instytutu Botanicznego znajduje się oryginalne zaproszenie Raciborskiego na rygorozum, które odbyło się 17 marca 1894 roku; egzaminatorami byli profesorowie: Radlkofer, Goebel i Zittel. (*Przyp. autora*).

³⁾ Zawiadomienie Wydziału Krajowego o nominacji, wysłane na Jawę, nosi datę 27 lutego 1900 r. (*Przyp. autora*).

Penang i Ceylon, jesienią zaś przybyłem do Europy. W r. 1903-im zostałem bezpłatnym nadzwyczajnym profesorem Uniwersytetu we Lwowie. Jestem członkiem korespondentem Akademii w Krakowie¹⁾, Towarzystwa Przyrodniczego w Batawji oraz kilku towarzystw botanicznych. W latach od 1904—1906 przewodniczyłem Polskiemu Towarzystwu Przyrodników im. Kopernika. W r. 1905 otrzymałem od Senatu Akademickiego dwa pokoje na urządzenie pracowni fizjologicznej, na którą jednak do chwili obecnej (maj 1906 r.) c. k. Rząd nie dał ani halerza dotacji“. Na tem urywa się rękopis. (*Przyp. autora*).

Krótko uzupełniając powyższą autobiografię Raciborskiego, notuję jako najważniejsze zdarzenia w jego dalszym życiu następujące:

W r. 1909 został Raciborski mianowany zwyczajnym profesorem botaniki na Uniwersytecie Lwowskim i dyrektorem nowego Instytutu Biologiczno-botanicznego (I. B. B.), który zorganizował na pierwszym piętrze, w domu przy ulicy Długosza 5. W latach od 1909—1912 rozwijał tutaj niezwykle żywą działalność naukową i pedagogiczną, a stworzywszy rychło tętniący życiem ośrodek wszechstronnej pracy naukowej, rozpoczął realizację wielkich planów zbiorowej pracy botanicznej nad stworzeniem flory polskiej oraz nad wydawnictwami zielnikowemi zarówno roślin kwiatowych jak i niektórych grup plechowców. W tym też czasie rozpoczęły się w Instytucie botaniczne „wieczory czwartkowe“, które odtąd bez przerwy odbywały się, jak długo Raciborski był we Lwowie, poczem znalazły swój dalszy ciąg w Krakowie, gdzie stały na niezwykle wysokim poziomie w latach 1912—1915 i nie zanikły nawet w najgorszych czasach wojennych. Z nich to — jak wyżej wspomniałem — powstała w r. 1918 organizacja trwała, która niebawem, po przyłączeniu się Warszawy

¹⁾ Członkiem korespondentem Akademii Umiejętności został formalnie dopiero w r. 1900, lecz faktycznie już w r. 1893-im Wydział Matematyczno-przyrodniczy Akademii wybrał go swym członkiem, oceniając niepospolity dorobek naukowy młodzieńca 29-letniego, choć nie miał jeszcze wtedy stopnia naukowego; uchwała ta nie weszła jednak w życie. (J. Rostafiński, nekrolog w „Nowej Reformie“ z r. 1917). — Czynnym członkiem Akademii został dopiero w r. 1914. (*Przyp. autora*).

Lwowa, Poznania i Wilna, utrwaliła swój byt pod nazwą „Polskiego Towarzystwa Botanicznego“.

W r. 1910, na posiedzeniu Wydziału Filozoficznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w dniu 17 czerwca, powzięto jednomyślną uchwałę powołania Marjana Raciborskiego do Krakowa na katedrę opuszczoną przez J. Rostafińskiego. Uchwała ta została zrealizowana jednakże dopiero na wiosnę 1912 roku, gdyż wcześniejszemu przeniesieniu się Raciborskiego do Krakowa stały na przeszkodzie trudności rozmaitej natury, z których najważniejszymi były trudności uzyskania lokalu na pomieszczenie Instytutu Botanicznego, oraz przeszkody w usunięciu szkodliwego inspektora w Ogrodzie Botanicznym. Gdy wreszcie, pod naciskiem opinii publicznej i pod presją strajku demonstracyjnego młodzieży uniwersyteckiej, trudności te zostały częściowo przełamane, objął Raciborski w Krakowie dyrekcję Ogrodu Botanicznego i kierownictwo przez siebie stworzonego (przy ul. Lubicz 46) Instytutu, który w krótkim czasie stał się pierwszą pracownią botaniczną w Polsce. O ile wysiłek organizacyjny Raciborskiego nad stworzeniem Instytutu został uwieńczony świetnym rezultatem, o tyle ogrom pracy, jaki włożył w zaniedbany Ogród Botaniczny, doprowadził tylko w części do pożądanych wyników. Długotrwała walka z rozkładowymi czynnikami, które w instytucji tej reprezentował nieodpowiedni ogrodnik naczelny, znajdujący niestety nieraz opiekę u czynników decydujących przeciw woli dyrektora, brak środków pieniężnych na odbudowanie grożących zawaleniem się szklarni, a z wybuchem wojny (1914) strata najlepszych sił do pracy w ogrodzie, — oto szereg trudności, z którymi borykać się musiał Raciborski w wysiłkach swoich ku podniesieniu na należyty poziom Ogrodu Botanicznego. Z uszczerbkiem swego nadwątlonego zdrowia, swą energją nigdy nie słabnącą, dokazał jednak tego, że również i ten ulubiony przez niego warsztat pracy podniósł się z upadku i począł rozwijać się wszechstronnie, budząc zainteresowanie powszechne w kraju oraz u obcych biologów, którzy oglądając ogród krakowski wyrażali się o nim jako o jednym z najpiękniejszych w Europie.

Wybuch wojny światowej był dla Raciborskiego przeżyciem wstrząsającym. Jako gorący patrijota złączył się

on całą duszą z tymi, którzy z zawieruchy wojennej chcieli za każdą cenę wynieść niepodległość Narodu. Wierzył w skuteczność własnego, polskiego czynu orężnego, On, syn powstańca z powstania styczniowego, a nie mogąc już sam stanąć w szeregach walczących pod polskim sztandarem, był całą duszą i sercem z nimi. W czynnym swym patriotyzmie i z niezłomną wiarą w rychłe odzyskanie wolności, przeżywał całą swoją istotą zmienne i tragiczne wypadki wojenne swego Narodu, doświadczanego tak ciężko przez los w pierwszych latach wojny światowej. Wzniósłszy się wysoko ponad partje i „orientacje“, miał otwarte serce dla wszystkich, którzy, tak jak On, gorzeli pragnieniem odzyskania niepodległości, choćby nawet swe osobiste nadzieje lepszej przyszłości umieszczali w innych niż On szeregach, miał bowiem w sercu swem wiarę w zmartwychwstającą Polskę, której nic zachwiać nie było wstanie. Znosił jak mógł i jak długo mógł walące się na niego ciosy. Wysiłkiem nadludzkim, nosząc w sobie rozwijającą się gwałtownie śmiertelną chorobę i ślaniając się na nogach, trwał do ostatka na stanowisku, chcąc doczekać się wielkiej chwili oswobodzenia.

Prawie przemocą wywieziony z Krakowa w lutym 1917-go roku do Zakopanego przez przyjaciół, chcących w piersi śmiertelnie chorego utrzymać jak najdłużej bijące serce, zgasł w Sanatorjum Dr. Dłuskiego.

Raciborski jako uczony przedstawiał typ romantyka, głównymi czynnikami w jego twórczości naukowej były bowiem: fantazja, intuicja i śmiałość myśli. Ponieważ jednakże odznaczał się przytem ogromną pracowitością, umiejętnością pracy systematycznej i wielkimi zdolnościami organizacyjnymi, przeto — powiedzieć można o nim — iż łączył w sobie genialnie cechy uczonego-romantyka z najcenniejszymi właściwościami uczonego-klasyka i że temu właśnie, tak rzadko spotykanemu, bogactwu ducha zawdzięczał swe uprzywilejowane stanowisko w nauce, na którym przerastał bardzo wielu współczesnych mu uczonych i zyskał sobie w ich świecie opinię jednego z najzdolniejszych i najwybitniejszych. Nawet nieprzychylni mu — z różnych powodów — uczeni obcy tak właśnie

go oceniali, zaś wśród przychylnych sobie — a miał ich też niemało w kraju i zagranicą — był ceniony i kochany: ceniony dla zalet swego umysłu, kochany zaś za niepowszednie zalety swego serca.

Jako główne cechy Raciborskiego, jako twórcy w dziedzinie nauki, podałem fantazję, intuicję i śmiałość myśli i — jak sądzę — te właśnie właściwości były w nim głównym podłożem twórczości naukowej. Dodać jednak zaraz muszę, że jego twórcza fantazja daleką była od spekulacji, jego zdumiewająca intuicja opierała się na niezwykle obszernej i gruntownej wiedzy, a śmiałość myśli nigdy nie przekraczała ściśle przez rozum i wiedzę ustanowionych granic. To też Raciborski-romantyk nie stworzył w nauce żadnej większej hipotezy biologicznej, chociaż żył w okresie, gdy rodziły się one łatwo, i nie zachwał się do nauki żadnymi zbyt daleko idącymi uogólnieniami. Nawet wtedy, gdy osiągnięte wyniki badań zmuszały go do wypowiedzenia myśli ogólnej, o charakterze wybiegającym poza ramy nagich faktów, czynił to skromnie, krótko, w kilku, lapidarnych zdaniach. Dobrym tego przykładem są jego genialne w swej prostocie uwagi ogólne, w rozprawie „O wzroście krokowym komórki“, w których pierwszy dotknął rytmiki ruchów, jako podstawowego zjawiska w całej przyrodzie. Jego niechęć (aby nie powiedzieć wstręt) do spekulacji w nauce, ujawniała się najwybitniej w krytycznym stanowisku, które zajmował w stosunku do modnych bardzo, lecz wiszących często w powietrzu hipotez filogenetycznych; nie chciał wprost o nich mówić a entuzjastę-filogenetyka osadzał na miejscu prostym pytaniem: „Skąd Pan to wie?“ — Uchodził też, choć niesłusznie, w pewnych kołach biologów polskich za wroga idei ewolucji, choć ściśle biorąc on właśnie do Polski wprowadził ideę tę w postaci nowoczesnej, takiej, jaką nadały jej na przełomie wieku XX odkrycia De Vriesa, Corrensa, Tschermaka i innych.

Intuicja naukowa Raciborskiego była zdumiewająca. W świadomem czy podświadomem rozumowaniu dochodził on często a nieoczekiwanie do trafnych sądów naukowych, które z reguły sprawdzały i potwierdzały badania późniejsze. Jakże świetnie zabłysła Jego intuicja naukowa n. p. w mło-

dziennej rozprawie z r. 1888 (miał podówczas lat 22.): „O odmiennie teratologicznej *Lamium album*“, gdzie po ścisłej i suchej analizie zauważonych zjawisk teratologicznych, nieoczekiwanie doszedł do wniosków ogólnych, które uczyniły go, na długo przed innymi, odkrywcą mutacyj dziedzicznych i politopizmu. Często wprawiał w zdumienie swą cudowną intuicją odkrywczą nas, uczestników jego wycieczek botanicznych, gdy w terenie mu nieznanym nagle polecał szukać w pewnym punkcie jakiegoś nieznanego jeszcze w tem miejscu gatunku rzadkiej rośliny, którego obecność on sam tylko wyczuwał i gdy podjęte poszukiwania z reguły uwieńczone były pożądanym skutkiem. Zapytywany wtedy, na czem opierał swe przeprowadzenie, odpowiadał z uśmiechem: „Na to trzeba mieć nos, mój Panie!“ Tej właściwości swego umysłu zawdzięczał także bardzo wiele wówczas, gdy od czasu do czasu, grzebiąc w stosach nowej literatury i przerzucając ją jak gdyby od niechcenia, wyławiać z niej potrafił szybko i nieomylnie rzeczy cenne, odrzucając na bok plewy i drobiazgi. Przy olbrzymim zakresie jego zainteresowań naukowych — żadna przecież gałąź społecznej botaniki nie była mu obcą — był dlań ów zmysł szybkiej i trafnej orientacji drogowskazem, którym nieomylnie kierował się w prawdziwym labiryncie setek zagadnień naukowych, jakie opanowywał.

Nie ulega wątpliwości, iż te bodaj że najcenniejsze i najwięcej imponujące właściwości umysłu Raciborskiego, choć w zawiązku dane mu były przez naturę, rozwinął z czasem usilną pracą i podniósł do tego poziomu, który u niego podziwialiśmy. Materjalnem podścieliskiem, które rozwój ten umożliwiło, była jego fenomenalna pamięć. Potrafił z pamięci cytować nie tylko nazwiska i tytuły prac, nie tyle kiedyś tam przed laty czytanych, ile raczej raz widzianych, ale także nieraz dawał nam dowód swej pamięci wzrokowej (tak cennej dla przyrodnika), przytaczając w przybliżeniu stronicę cytatu, o który chodziło, pamiętając jakąś rycinę utopioną w tekście i t. p. Tak jak literaturę naukową znał też olbrzymią ilość roślin i to nie z nazwy tylko, lecz, że się tak wyrażę, „osobiście“, gdyż mając za sobą liczne podróże po Europie i Azji i stykając się ustawicznie z setkami i tysiącami żywych roślin

w ogrodach botanicznych, nagromadził z czasem w swej głowie kolosalną ilość pozytywnej wiedzy o roślinach. Znał też doskonale treść i wartość metod badania naukowego we wszystkich dziedzinach botaniki i z równą wprawą preparował dzisiaj makroskopowo przedmiot i badał go morfologicznie, jutro poddawał go anatomicznym lub cytologicznym badaniom a pojutrze czynił na nim serję obserwacyj mikrochemicznych lub nstawiał skomplikowane doświadczenie fizjologiczne.

Był ścisły i krytyczny, lecz daleki od drobiazgowej przesady. Znając n. p. doskonale chemję i posługując się nią często jako metodą badania budowy i życia roślin, nie zawsze trzymał się ściśle „recept“ przepisanych przy sporządzaniu jakiegoś skomplikowanego barwika, lecz nieraz postępował przy pracy tego rodzaju zgoła samodzielnie, a nawet — jak sam to widziałem — kombinowane odczynniki sporządzał czasem na poczekaniu w probówce, do której dodawał trafnie „na oko“ potrzebne ilości składników. Był prawdziwym mistrzem w posługiwaniu się mikrochemją i wiele w dziedzinie tej poczynił odkryć i nowych zastosowań.

Pracując szybko, czasem wprost gorączkowo, musiał — rzecz prosta — przy tych cechach umysłu, jakie posiadał, popełniać niekiedy błędy. Istotnie czasem je popełniał, lecz zawsze w szczegółach mało ważnych i nieistotnych; nie znam wypadku, w którym omyłka jego dotyczyłaby sprawy zasadniczej, o którą mu w badaniu chodziło, tak, iż chcąc przytoczyć w tem miejscu jakieś przykłady „typowych“ omyłek naukowych Raciborskiego, mógłbym co najwyżej podać kilka mylnych nazw roślin z jego prac systematycznych. Ktokolwiek zna bliżej metodykę pracy tego rodzaju, wie doskonale, że niepodobna w niej uniknąć omyłek, których źródłem jest zwykle brak materiału porównawczego, którego tak bardzo brakowało i dziś jeszcze brakuje w naszych biednych polskich pracowniach. Gdy ktoś wytknął Raciborskiemu tego rodzaju omyłkę, przyjmował to zawsze z pogodą, a nawet z pewnego rodzaju dobrym humorem, mówiąc: „Jeżeli wie lepiej, niech powie“.

Nie trzeba chyba dodawać, że owe rzadkie i naturalne zupełnie, ba, nawet wprost konieczne, omyłki nagrodzone

były przez Raciborskiego stokrotnie nauce jego wspinałemi studjami i monografjami w rozległych działach systematyki słuźowców, grzybów, glonów, paprotników i roślin kwiatowych, gdyż żadna gałęź systematyki (z wyjątkiem porostów!) nie była mu obcą i dla rozwoju każdej z nich położył wielkie zasługi.

Romantyzm naukowy Raciborskiego wyrażał się bodajże najwybitniej w sposobie jego własnej pracy. Pracował z reguły okresowo, t. zn. że gdy był zajęty jakimś problemem, oddawał się badaniom naukowym zupełnie, był niemi wprost pochłonięty i zdawało się, iż w pracy zapamiętuje się i zapomina o całym świecie, nawet o śnie i jedzeniu. Zdarzało się, że będąc zaabsorbowany jakimś zagadnieniem naukowym, przez kilka dni z rzędu nie opuszczał pracowni, żywił się mlekiem, które mu słuźący przynosił, a sypiał w ubraniu na stole. W takich okresach pracy patrzył na każdego, kto do niego wchodził, jak na wroga, a gdy musiał wyjść na ulicę, unikał spotkania z najbliższymi swymi przyjaciółmi. Pamiętam, gdy raz będąc zajęty pracą „nie poznał“ na ulicy św. Mikołaja we Lwowie swego przyjaciela prof. Z., który żalił się przedemną z tego powodu.

Gdy minął okres intensywnej pracy i gdy wreszcie zagadnienie, nad którym się mozolił, zostało rozwiązane, (choć praca nie zawsze była napisana), zmieniał się Raciborski nie do poznania. Poprostu stawał się innym człowiekiem: był wesół, chętnie szukał towarzystwa i rozrywek, z których najmiłszą bodaj — po teatrze, którego był wielkim znawcą i miłośnikiem — była dla niego swobodna pogawędka z uczniami, których kochał i uważał jakgdyby za swoją rodzinę. Mijały czasem tygodnie, w których Raciborski był w pracowni swej dla wszystkich zawsze dostępny, gdy przechodził od stolika do stolika i, siadając na krześle, w właściwej sobie swobodnej pozie, z cygarem w ustach, rzucał stereotypowe pytanie:

— „Cóż Pan ma nowego?“

Rozpoczynała się wówczas rozmowa na temat pracy przy tym właśnie stoliku wykonywanej, a potem przechodziła na inne pokrewne tematy i zagadnienia. Z niewyczerpanej skarbnicy wiedzy dawał wtedy Raciborski uczniom wszystko,

pogłębiał i rozszerzał opracowywane tematy, a często wprost sam stawał do pracy z uczniem i pomagał mu zwalczać trudności. Nieraz mijało południe lub nastawał późny wieczór, a Raciborski, zapominając o tem, siedział wśród młodych swych współpracowników — i był szczęśliwy. Wiedzieliśmy wszyscy o tem i on sam tego nie tał: uczniów swych kochał i otwierał przed nimi chętnie całą swą duszę.

Sam od siebie wiele wymagający, wymagał też wiele od swoich pracowników. Przyjmował do pracowni chętnie prawie każdego, kto się zgłosił, lecz zatrzymywał w niej nie wszystkich: leniwi, a zwłaszcza zar umiali rychło ją opuszczali, gdyż po czasie ogniowej próby, jaką był ich pierwszy temat, stawał się Raciborski dla nich zimnym i obojętnym, a to samo wystarczało, aby niepożądany pracownik zniknął corychlej. To też zarówno we Lwowie jak i w Krakowie miał Raciborski w pracowni zespół uczniów zgrany ze sobą i z profesorem, dzięki czemu produkcja naukowa tych instytutów była naprawdę bardzo znaczna. Zdolnego, lecz trochę opieszałego lub nie skorego do pióra ucznia potrafił zawsze skłonić do wykończenia pracy a prace uczniów pilnych lecz mniej zdolnych chętnie sam poprawiał, uzupełniał a nawet stawał się poprostu ich cichym współautorem, cichym dlatego, ponieważ nigdy w takich przypadkach nazwiska swego na okładce nie umieszczał.

Niechętnie i wyjątkowo używał asystentów i uczniów do pomocy w swych pracach. Wszystko robił zwykle sam, a tylko wtedy, gdy trzeba było coś trudniejszego narysować, zwracał się o pomoc, gdyż rysować na szczęście nie umiał; na szczęście dlatego, ponieważ ta nieumiejętność była przyczyną, iż rozpoczynawszy po ukończeniu szkoły realnej studia politechniczne we Lwowie, po roku je porzucił, nie mogąc sobie dać rady z rysunkami i obrał inną, właściwą drogę życia, na którą zresztą wszedł z szczerem zamiłowaniem, gdyż już jako uczeń był zapalonym przyrodnikiem.

Genialnie i wielostronnie zdolny miał obok braku zdolności do rysunku jeszcze dwa inne słabe punkty: nie miał zgoła żadnych zdolności muzykalnych, a chociaż w chwilach zabawy lubiał muzykę i śpiew, sam jednakże nie potrafił zaśpie-

wać najprostszej melodji, oraz — co może pozostaje w związku z pierwszą właściwością — miał słabe zdolności językowe. Rozumiał i czytał wprawdzie po niemiecku, francusku, angielsku, holendersku i po malajsku, lecz poprawnie żadnym chyba obcym językiem nie władał. Gdy po dłuższym pobycie w Niemczech przesyłał rękopisy swych bardzo cennych naukowo prac do druku profesorowi Goeblowi w Monachjum, ten poddawał rękopisy Raciborskiego mozolnej korekcie językowej. W jednym z listów Goebbla, pisanych do Raciborskiego na Jawę, znajduje się następująca dowcipna uwaga na ten temat: „Ihre Farnarbeit habe ich zum grössten Theil corrigirt; es ist eine böse Beschäftigung, da Ihr Deutsch entschieden in Jawa kein Temperatur — Optimum hat!“

Zato swój język macierzysty nietylko znał gruntownie, lecz kochał się wprost w jego subtelnościach i umiał nim władać po mistrzowsku. Jego wykłady i rozprawy (zwłaszcza popularne), tak jak i jego szkice z podróży, były wprost cudowne, zachwycały i oczarowywały słuchaczy i czytelników. Podobnie świetne pióro wśród botaników polskich miał i ma tylko profesor Rostafiński, który jako nauczyciel i przyjaciel Raciborskiego także i pod tym względem wywarł zapewne na niego niemały wpływ. Trzebaby być znawcą języka i psychologiem, aby pokusić się o wykrycie tajemnicy uroku jego żywego słowa; z tem jednakże wszyscy, którzy słyszeli Raciborskiego czy to z katedry uniwersyteckiej, czy też w sali odczytowej, zgodzą się niezawodnie, że przemówienia jego były zawsze niezwykle żywe, opisy zdumiewająco barwne i plastyczne, porównania i przenośnie trafne, dosadne a nieraz dowcipne, cytaty (często literackie) wybrane po mistrzowsku, — słowem, że w przemówieniach, wygłaszanych zawsze z szczerem uczuciem i przejęciem, wypowiadał się cały. Dodać muszę, że nie lekceważył on nigdy publicznych wystąpień, lecz przeciwnie wkładał w nie nieraz wiele pracy, a dowodem, jak poważnie pojmował swą rolę prelegenta, było to, iż przed każdym odczytem a nawet przed każdym zwyczajnym wykładem uniwersyteckim układał dokładną dyspozycję, której zresztą, porwany wymową, niezawsze się potem trzymał. Odczuwał też pewnego rodzaju trzęmę przed każdym wstąpieniem na katedrę i parę minut przed

rozpoczęciem prelekcji okazywał — rzecz szczególna — lekkie zdenerwowanie.

Był mówcą i prelegentem z woli Bożej i z zamiłowania. Miewał liczne odczyty publiczne we wszystkich chyba większych miastach Polski, a nawet niejedno miasteczko prowincjonalne gościło Go u siebie, gdy bądźto z ramienia Pow-szechnych Wykładów Uniwersyteckich, bądźteż na zaproszenie jakiegoś towarzystwa zjeżdżał, by rzucać wszędzie hojnie w społeczeństwo żywe słowo o życiu roślin, o nowych prądach biologicznych, o Jawie, o pięknie polskiej przyrody i o tylu innych przedmiotach. Posiadając niezwykły dar wymowy, był też w swych prelekcjach świetnym propagatorem nowych idei, wśród których szczególnie ważną rolę odgrywała idea ochrony przyrody, której był u nas prawdziwym apostołem. Z natury prędki i impulsywny, wypowiadał się nieraz pod wrażeniem chwili. Gdy doszły go n. p. wieści o gnębieniu dzieci polskich we Wrześni, siadł natychmiast do pociągu, pojechał w Poznańskie i, korzystając z pomocy dobrze zorganizowanego do walki z Niemcami społeczeństwa wielkopolskiego, objechał szereg miast i miasteczek, wygłaszając wszędzie dla młodzieży gorące odczyty; wyjechał dopiero wtedy, gdy Niemcy, depcąc mu po piętach, o mało co go nie aresztowali. Po powrocie z tego objazdu był zadowolony i śmiał się z żandarmów pruskich, z którymi rozmawiając tylko po polsku (udawał, że nie umie po niemiecku), miał ustawiczne zatargi z powodu tego, że np. nazywał „Hohensalza“ Inowrocławiem i t. p.

Impulsywność, szczerłość i odwaga, z jakimi zawsze w przemówieniach występował, trafna argumentacja i cięty dowcip w dyskusjach naukowych, recenzjach i polemikach, zjednały mu opinię niebezpiecznego przeciwnika, a — co za tem idzie — wśród ludzi małych wielu niechętnych i wrogów. Ich ataki, niezawsze uderzające z przodu, znosił z humorem.

Raciborski posiadał wielki talent organizatorski. Gdy powziął jakiś plan pracy zbiorowej, umiał do niego pociągnąć szeregi współpracowników, używając w tym celu najskuteczniejszego środka, jakim jest własny przykład. Do dzieła zbiorowego stawał zawsze pierwszy i towarzyszący mu świecił przykładem. Tak było z „Florą Polską“, rozpoczętą przez niego opracowaniem paprotników i turzyc, tak z wszystkimi wyda-

wnictwami zielnikowemi, dla których był najgorliwszym współpracownikiem, tak było ze sprawą popierania muzeów prowincjonalnych i tak było w każdej pracy zbiorowej kulturalno-oświatowej, którą organizował. Najwspanialej jednak zakwitł jego talent organizatora-budowniczego gdy niemal z niczego, pozbawiony środków pieniężnych, stworzył w bardzo krótkim czasie dwa instytuty botaniczne, we Lwowie i w Krakowie, gdy zdziczały park dublański przemienił w wspaniały ogród botaniczny i gdy w latach od 1912—1915 olbrzymim wysiłkiem podniósł z upadku krakowski Ogród Botaniczny. To były naprawdę wielkie czyny, a choć nie wszystkie przetrwały po dzień dzisiejszy, przecież najważniejsze z nich utrzymały się i, doczekawszy lepszych czasów w wolnem Państwie, rozwijają się dzisiaj nadal ku pożytkowi polskiej nauki.

Ciśnie mi się pod pióro jeszcze wiele innych wspomnień i uwag, które mogłyby przyczynić się do charakterystyki Raciborskiego. Z braku miejsca pominię je, ufając, że czytelnik już na podstawie tego, co napisałem, będzie w stanie wyrobić sobie sąd o właściwościach charakteru tego wielkiego uczonego, znakomitego nauczyciela i gorącego obywatela-patrioty. Natomiast nie mogę się powstrzymać, aby nie dorzucić w końcu uwagi o zaletach jego serca.

Był wrażliwy i uczuciowy a mając szlachetną duszę reagował zawsze i w każdych okolicznościach na krzywdę i nędzę obcych nawet jednostek, krzywdy zaś i upokorzenia swego narodu w niewoli odczuwał boleśnie. Jego wzruszający wprost stosunek do matki, w znanych mi epizodach, nie nadaje się do publicznego roztrząsania, tak jak nie nadają się do tego jego uczynki szlachetne w stosunku do ludzi obcych lecz nieszczęśliwych, którym w tajemnicy przed wszystkimi podawał często rękę i ocierał łzę. To jedno tylko powiem, że jego ofiarność dla potrzebującego pomocy nie miała nieraz granic, gdyż w chwilach szlachetnego odruchu swego serca potrafił dać ostatni grosz i ostatnie swe ubranie. Niechże te uczynki Raciborskiego, znane tylko jego najbliższym, którzy umieli je zauważyć mimo całej skrytości, w jakiej były czynione, pozostaną na zawsze nieznanne po jego śmierci, tak jak chciał, aby nieznanemi były za jego życia.

Ostatnim uczynkiem Raciborskiego, złożonego śmiertelną chorobą, było ofiarowanie Muzeum etnograficznemu na Wawelu cennych i umiłowanych zbiorów jawańskich, za pośrednictwem profesora Rosta fińskiego, w dniu 10 marca 1917 roku. Spis tego zbioru obejmuje 30 pozycyj, w tem zupełny i nader cenny zbiór lalek teatru jawańskiego (70 lalek z drewna „Wajangkaju“ i 10 postaci skórzanych „Wajangkallit“). W niespełna miesiąc po Jego śmierci, w dniu 18 kwietnia 1917 roku niezamożny student medycyny, spadkobierca Zmarłego, idąc za głosem tej samej krwi płynącej w jego żyłach, we wspólnym akcie darowizny oddał Uniwersytetowi Jagiellońskiemu na wieczystą własność wszystkie Jego zbiory botaniczne i wielką bibliotekę Jego książek i broszur. Tak dokonała się ostatnia, już z poza grobu idąca, ofiara Raciborskiego dla nauki polskiej.

Na zapadłej Jego mogile cmentarnej, po latach dziesięciu, w miejsce krzyża Dublańczyków obalonego starością, stanie niebawem skromny lecz trwały pomnik granitowy, z kamienia tatrzańskiego wykuty a ufundowany ze składek członków Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika.

Trwalszy nad granit tatrzański pomnik ma i mieć będzie zawsze w sercach naszych i w rocznikach Nauki Polskiej.

Instytut Botaniczny Uniwersytetu Jagiellońskiego. W sierpniu 1927.

Z zagadnień wojny gazowej.

IV.

R. JOSZI.

Gazy bojowe na polu walki¹⁾.

(Atak i obrona).

Wprowadzenie broni chemicznej na pole walki ostatniej wojny światowej było naturalnym wynikiem i logiczną konsekwencją rozwoju sztuki militarnej. Zwiększanie rozmiarów pocisków, stosowanie coraz większej ilości artylerji i coraz gwałtowniejszego ognia bębnowego, dawały w skutkach tylko coraz głębsze wkopywanie się przeciwnika w ziemię, nie powodując bynajmniej coraz większych jego strat. Przeciwnicy stawali się wzajemnie dla siebie nieosiągalni, a efekt moralny, nawet najgwałtowniejszego ognia, z biegiem czasu malał. To też nie można się dziwić, że zwrócono się do innej broni, dla której człowiek był bezpośrednio dostępniejszy, broni, która go sama szukała, przed którą wał ziemi nawet największej grubości nie był dostateczną ochroną.

Ogólnie rzecz biorąc, dwie są zasadnicze metody atakowania gazami. W pierwszej chmurę gazową wytwarzamy we własnych okopach, względnie tuż przed własnym frontem, a wiatr sprzyjający niesie ją na nieprzyjaciela; metoda ta pokrywa się prawie w zupełności z t. zw. atakiem falowym (Blasverfahren). W metodzie drugiej wytwarzamy chmurę gazową bezpośrednio u nieprzyjaciela, przez obrzucanie go pociskami napełnionymi gazami, używając już to tego samego sprzętu, który służy do ostrzeliwania pociskami kruszącymi, więc dział

¹⁾ Streszczenie odczytów wygłoszonych na I. Kursie Obrony Przeciwwgazowej w Szkole Przemysłowej we Lwowie, w marcu 1926 r.

rozmaitego kalibru i miotaczy min, jużto stosując maszyny różnego rodzaju specjalnie do tego celu skonstruowane, t. zw. miotacze gazowe. Tu też należy zaliczyć ręczne granaty gazowe i bomby gazowe rzucone z samolotów.

Obie te metody, t. j. wysyłania fali gazowej i ostrzeliwania pociskami, mają właściwe sobie zalety i wady; obie przeto były równolegle stosowane podczas wojny. Z biegiem jednak lat i rozwojem techniki i taktyki ostrzeliwania gazowego, w szczególności z chwilą zastosowania formy ostrzeliwania zapomocą miotaczy gazowych, coraz rzadziej zachodziły wypadki urządzania ataku falowego.

Atak falowy był chronologicznie pierwszą na wielką skalę urządzoną imprezą gazową podczas wojny (22 kwietnia 1915, Bixchoote-Langemark, Flandrja). Na pewnym odcinku frontu, o ile możności o linii prostej, umieszczano zbiorniki ze skompresowanym gazem, w ilości 1—2 sztuk na 1 metr długości frontu. Za zbiorniki służyły butelki stalowe (bomby) powszechnie znane i używane do transportu i przechowywania gazów wogóle, jak tlenu, azotu lub bezwodnika węglowego, zaopatrzone w urządzenie syfonowe i w wentyl. Różnice w wyglądzie butelek u różnych armij były nieznaczne; wymiary wahały się od 20—40 *kg* zawartości gazu. Gazem tu używanym był przeważnie, a na początku wyłącznie, chlor. Później stosowano go równocześnie lub w mieszaninie z fosgenem albo dwufosgenem (chloromrówczan trójchlorometylowy, „Perstoff“), rzadziej z chloropikryną. Butelki te wkopywano w ziemię w pierwszych okopach, łącząc je dla łatwiejszej obsługi w baterje złożone z 20 sztuk, a do wentyli przytwierdzano kilka metrów długie rury ołowiane lub kauczukowe.

Przygotowany cały sprzęt, chroniony skrupulatnie przed wzrokiem nieprzyjacielskiego obserwatora lotniczego, oczekiwał teraz nastania odpowiednich warunków atmosferycznych, przede wszystkim wiatru. Konieczna obecność sprzyjającego wiatru jest najsłabszą stroną ataku falowego, wytrącającą często tę broń z ręki lub conajmniej zmniejszającą celowość jej użycia. Oczekiwanie wiatru, które trwało czasem do kilku tygodni, często kończyło się zresztą nieszczęśliwie, gdyż nieprzyjaciel, zdążywszy zasięgnąć języka o przygotowaniach, dokonanych w ścisłej przed nim tajemnicy, skoncentrowanym ogniem arty-

lerji niweczył je, rozrzucając i rozbijając butelki, wskutek czego gaz przy nieprzychylnym wietrze, atakował własne wojska. Za najstosowniejszy uważa się wiatr, wiejący w stronę nieprzyjaciela prostopadle do własnego frontu o sile 2—4 *m/sek*. Wiatr słabszy jest już niepewny, może zaniknąć lub zmienić niebezpiecznie kierunek; silniejszy powoduje rozerwanie chmury gazowej, choć jeszcze przy szybkości 10 *m/sek* zdarzały się udane ataki falowe. Dopuszczalne odchylenie od kierunku prostopadłego do odcinka atakującego jest 30°. W momencie przyjącego warunków atmosferycznych wyklada się rury wylotowe od baterji przed okopy, tam przyciska się je ziemią i kamieniami, by nie wykręcały się podczas gwałtownego przepływu gazu i otwiera się na umówiony znak jednocześnie wentyle wszystkich baterji.

Wypływ całej zawartości bomby chlorowej, przy całkowicie otwartym wentylu trwa 2—3 minut; reguluje go się jednak zależnie od siły wiatru, gdyż przy szybkiej emisji koncentracja fali gazowej jest lepsza, przy wolniejszej czas przechodzenia jej przez nieprzyjaciela dłuższy. Dokładne daty i obliczenia są rzeczą szczegółowej instrukcji. Chmury gazu poszczególnych baterji łączą się wkrótce razem w zwartą falę o wysokości 3—5 *m*, która, popychana siłą wiatru, czołga się po ziemi ku nieprzyjacielowi i przechodzi przez niego, wypełniając, na skutek swego wielkiego ciężaru właściwego, wszystkie zagłębienia, okopy i ziemianki. Swój wielki ciężar właściwy zawdzięcza taka chmura gazowa nie tylko temu, że chlor jest znacznie cięższy od powietrza (2,5 razy), ale także, a może głównie, silnemu oziębieniu atmosfery z powodu szybkiej ekspansji gazu. Ten ostatni moment jest także powodem, dla którego chmura chlorowa jest stale otoczona lub zmieszana z białymi kłębamii wymrożonej z powietrza pary wodnej, co z początku nie było dość jasne dla dowództwa francuskiego i angielskiego i prowadziło do fałszywych wniosków w sprawie jakości gazu, użytego przez Niemców w pamiętnym dniu 22 kwietnia 1915. Chmura gazowa, posuwając się coraz dalej, przerzedza się na skutek ogrzania się, dyfuzji, pionowych prądów powietrznych, przeciągów spowodowanych różnaitością terenu i t. p., daje się jednak odczuć, zależnie od warunków, nawet w odległości kilkunastu kilometrów od frontu, a w odległości 10 *km* zda-

rzały się jeszcze wypadki porażenia chlorem. Oczywiście naj- silniej atakowane są pierwsze rowy strzeleckie; tam koncentracja gazu dochodzić powinna do 0.5% objętościowych. Jest to już procent nadzwyczajnie szkodliwy, dający się normalnie w ataku falowym otrzymać, a nieosiągalny n. p. przez gazowe ostrzeliwanie artyleryjskie i w tem właśnie leży olbrzymia zaleta tego sposobu atakowania. Tę wielką wartość strategiczną ataku falowego pomniejszają jednak znacznie strony ujemne. Do zależności od warunków atmosferycznych wogóle, a kierunku, siły i jakości wiatru w szczególności, dołącza się jeszcze znaczna zależność od terenu. Do dalszych wad należy również i to, że do wykonania ataku falowego musiano używać specjalnych pułków gazowych, bardzo niechętnie widzianych przez stałą załogę okopów.

Efekty strategiczne udanych ataków falowych, były jednak z reguły tak wielkie, że pomimo trudności wykonywania ich utrzymały się naogół do końca wojny. Stosowane były z natury rzeczy raczej przy walkach pozycyjnych, gdyż w walce ruchomej są w tej formie nie do pomyslenia. Ataki falowe robiły spustoszenia wprost olbrzymie. Pierwszy atak chlorowy wykonany przez Niemców na odcinku około 10 km we Flandrji przysporzył wojskom francuskim i angielskim 15.000 strat, w czem 5.000 zabitych. Tak wielkie straty, które przeszły zresztą najśmielsze oczekiwania dowództwa niemieckiego, powstać mogły jednak tylko przy absolutnym braku i nieznamomości jakichkolwiek środków obrony i nie powtórzyły się już nigdy więcej. Ataki wykonane już w kilka dni później, gdy żołnierzy zaopatrzono w środki ochronne, jakkolwiek najprymitywniejsze, jakie są do pomyslenia, spowodowały już straty, a przede wszystkim odsetek śmiertelności, bez porównania mniejszy. Wogóle z biegiem czasu w miarę doskonalenia się środków obrony i polepszenia się t. zw. dyscypliny gazowej, mimo zaostrenia się walki chemicznej, procent śmiertelności w stosunku do porażonych stale malał, spadając pod koniec wojny, według statystyki amerykańskiej do 3.5%.

Co się tyczy taktyki ataku falowego, to początkowo traktowano go, jako przygotowanie do ataku piechoty; z powodu jednak trudności, jakie się nastroczały w wyborze odpowiedniego na to momentu, atak falowy stawał się coraz częściej

bronią samą dla siebie, służącą nie do posuwania się w terenie, lecz do niepokojenia przeciwnika i zadawania mu strat w ludziach.

Ochrona przeciw chlorowi, gazowi chemicznie silnie aktywnemu, jest stosunkowo łatwa i uzyskanie jakiegokolwiek bezpośredniego efektu na przeciwniku, w dobrą maskę uzbrojonym i dobrze wyszkolonym, stawało się coraz trudniejsze. Anglicy w bitwie nad Somme (1916 r.) starali się ten efekt uzyskać przez wyczerpanie zdolności chłonnej niemieckiej maski gazowej i znużenie przeciwnika przez kilkugodzinne trzymanie go pod maską. Mianowicie w krótkich odstępach czasu z olbrzymim nakładem materiału chemicznego, wysyłali jedną falę gazową za drugą, to słabszą, to znów mocniejszą, przeplatając je fałszywymi falami gazowymi sztucznych dymów bojowych, łatwiej dających się otrzytać, dla organizmu prawie nieszkodliwych, ale trzymających nieświadomego przeciwnika pod maską, i kończąc przedsięwzięcie znowu bardzo silnie stężoną falą chlorowo-fosgenową.

Z historii ewolucji, jakiej podlegały ataki falowe podczas wojny, wspomnę jeszcze, że starano się przystosować ten sposób atakowania do walk ruchomych przez wprowadzenie wielkiej liczby znacznie mniejszych i lżejszych bomb chlorowych, które żołnierze mogli nosić w specjalnych koszykach na plecach, jak tornistry. Pod sam koniec wojny zdarzały się wypadki emisji gazu bezpośrednio z cysterny kolejowej, która dotychczas służyła do podwożenia poza front nowych zapasów gazu celem świeżego napełnienia butelek stalowych. Cysterna taka zjawiała się szybko na torze kolejowym, specjalnie w tym celu zbudowanym, wyrzucała ze siebie całą zawartość i, nim się przeciwnik zorientował, znikiała.

Z doby powojennej najwięcej słyszy się o amerykańskich trujących świecach dymowych, z których fala miałaby mieć jeszcze tę wartość, że nie dawała by się absorbować środkiem tak ogólnie absorbującym i będącym zasadniczym składnikiem maski gazowej, jakim jest węgiel aktywny.

Metoda atakowania przez wytwarzanie chmury gazowej u siebie była ściśle obwarowana warunkami i stosować ją można było tylko tam, gdzie się dała, a nie gdzie tego zachodziła potrzeba. Znacznie rozleglejszy zakres działania otwierał

się przed metodą drugą: obrzucania przeciwnika pociskami gazowymi. Przez umieszczenie broni chemicznej w pociskach artyleryjskich i w minach wyrzucanych z miotaczy min i miotaczy gazowych nadano jej formę, która uczyniła ją bronią powszechną i pozwoliła jej zająć pierwszorzędne miejsce w nowoczesnej amunicji. Że tak w rzeczywistości było i jest, jako dowód niech służy choćby ten fakt, że w ostatnich miesiącach wielkiej wojny do ostrzeliwania pozycji artyleryjskich używano prawie wyłącznie, bo w 90%, pocisków gazowych.

Artyleryjskie ostrzeliwanie gazowe jest z wielu względów wygodniejsze od stosowania ataku falowego. Przedewszystkiem zależność od warunków atmosferycznych jest znacznie mniejsza. Jakkolwiek i tu siła wiatru ma wpływ na skuteczność akcji, to jednak jego kierunek, tak bardzo ważny przy ataku falowym, staje się tu obojętny. Tylko bardzo wielkim przedsięwzięciom, opierającym się na silnem zagazowaniu wielkich przestrzeni, wiatr wiejący wprost na własne wojska mógł przeszkadzać, a wyjątkowo tylko uniemożliwiał je. Korzystając z nośności dział, objekty ostrzeliwania dobierano już w takiej odległości, by ona łącznie ze sprawnością własnej maski stanowiła dostateczne zabezpieczenie własnych wojsk. Prócz nieznacznych różnic ballistycznych między pociskami gazowymi, a kruszącymi tego samego kalibru, technika samego ostrzeliwania gazowego nie różniła się prawie niczem od techniki zwykłego ognia artyleryjskiego i nie wymagała zupełnie ani specjalnego sprzętu, ani specjalnych formacji wojskowych. Gazów bojowych w tej formie można więc było używać nie tylko na odcinkach stosunkowo spokojnych, jakich wymagał atak falowy, lecz także w walkach ruchomych.

Dalszą wielką zaletą tego sposobu atakowania było to, że dobór materiałów chemicznych, nadających się do napełniania pocisków, jest większy; mogły tu być stosowane nie tylko gazy prawdziwe, lecz także i płyny nawet wyżej wrące i ciała stałe, tak że w ten sposób dawała się taktycznie wyzyskać wielka różnorodność fizjologicznego działania i zachowania się w terenie różnych gazów bojowych.

Co prawda należy odrazu tu zwrócić uwagę na to, że na polu walki nie tyle zależy na jakości działania, co na sile działania. I tak n. p. Niemcy dzielili chemiczne środki bojowe

na drażniące, bojowe i trujące (Reizstoffe, Kampfstoffe, Giftstoffe) z rosnącą w tym porządku siłą działania. Zadaniem pierwszych, niezależnie od tego, na jakie organa działały, było zmniejszenie wartości bojowej przeciwnika i powstrzymywanie go od akcji zaczepnej. Tu zaliczali Niemcy swoje materiały, ukrywające się podczas wojny pod kryptonimami „T“-Stoff, „B“-Stoff, „Bn“-Stoff (bromo-pochodne benzolu, ksylolu, acetonu, metyloetyloketonu), a także wszystkie sternity, jak dwufenilochloroarsynę, fenilodwuchloroarsynę, dwufenilocyanoarsynę i N-etylokarbazol, stanowiące typ zwany „Blaukreuz“, od niebieskiego krzyża, którym były znaczone zawierające je granaty. Dobrze jednak wykonane granaty niebieskiego krzyża (sternitowe) spełniały specjalne zadanie strategiczne znacznie ważniejsze (p. niżej). Tu natomiast można zaliczyć, przejściowo tylko stosowane, pierwsze pociski gazowe niemieckie, szrapnele „Ni“ napełniane chlorowodorkiem dwuanizydyny. (Neuve Chapelle — październik 1914). Środki chemiczne klasy następnej (Kampfstoffe) charakteryzowały się tem, że powodowały już trwalsze uszkodzenia i zmuszały przeciwnika do odsyłania porażonych żołnierzy poza front. Tu zaliczano chloromrówczan chlorometylowy, stanowiący wypełnienie „K“ granatów, siarczan dwumetylowy i inne. Wreszcie klasa trzecia (Giftstoffe) obejmowała związki najgwałtowniej działające, szerzące w szeregach przeciwnika śmierć i silny ubytek na skutek znacznie szerszych obrażeń. Pociski z takim wypełnieniem, znaczone były zielonym krzyżem, stąd dla tego typu związków powstała nazwa: „Grünkreuz“. Związkami, które tu odegrały największą rolę, były chloromrówczan trójchlorometylowy (Perstoff), fosgen i chloropikryna. Klasę osobną stanowił iperyt, będąc podstawą amunicji żółtego krzyża. Nie zasługiwał on na nazwę trującego i procent śmiertelności w stosunku do porażen był mały, powodował jednak ogromne straty, na skutek swego specjalnego charakteru działania.

Technika napełniania pocisków gazowych była oczywiście odmienna od sposobu napełniania pocisków wybuchowych i udoskonalała się, przechodząc różne fazy. W granatach początkowego okresu wojny gazowej, jak n. p. w niemieckich granatach T i K, pewną część materiału wybuchowego zastępowano całkiem prosto materiałem chemicznym. Francuzi pierwsi

doszli do przekonania, że przy pociskach gazowych należy zupełnie zrezygnować z ich siły kruszącej, stwarzając swoje granaty fosgenowe (luty 1916 r.). Granaty te pozbawione były zupełnie materiału wybuchowego, którego miejsce zajął fosgen i zaopatrzone były tylko w wzmocniony zapal uderzeniowy. Siła eksplozji zapalu przenosiła się przez ciecz na ściany granatu, granat pękał, otwierając się tylko, lecz nie dając odłamków. Brak huku przy wybuchu był od chwili powstania tego typu pocisków gazowych, przez długi czas wojny pierwszą cechą, po której ostrzeliwany mógł je poznać. Odpowiadające francuskiemu pociskom fosgenowym niemieckie granaty dwufosgenowe, stanowiące amunicję zielonego krzyża, były wykonane zupełnie tak samo. Napełnianie jednak pocisku płynem o temperaturze wrzenia 127° C było tak proste, że mogło odbywać się tuż za frontem, dokąd podwożono go w zbiornikach kolejną. W ten sam uproszczony sposób możnaby napełniać pociski iperytem, lecz agresywność tego materiału wymagała specjalnych środków ostrożności, które nawet w fabryce nie zawsze udawało się zachować.

Więcej skomplikowaną była fabrykacja pocisków wówczas, gdy ładunek chemiczny nie znosił zetknięcia z żelazem, lub składał się z dwu lub więcej materiałów, których razem mieszać nie było można. Powlekano wówczas wewnętrzne ściany naczyń ołowiem, szkłem lub emalją, albo posługiwano się odpowiednimi naczyniami, które musiały być wewnątrz pocisku usztywniane. Na specjalną wzmiankę zasługują niemieckie pociski sternitowe, (t. zw. Blaukreuzbrisanzgranate). Pojawiły się one w ostatnim roku wojny, a nawet w ostatnich jej miesiącach, gdy udoskonalona maska gazowa była przedmiotem, z którym się żołnierz ani na chwilę nie rozstawał. Celem ich było przebicie maski gazowej i zmuszenie żołnierza do kichania. Przy kichaniu wdech i wydech jest tak szybki, że żołnierz napotyka w masce na silny opór i maskę zrywa. Równocześnie rzucone gazowe pociski trujące zastają go bezbronego, żołnierz ginie. Pocisk, który miał wykonać to wyrafinowane zadanie, sporządzony był w ten sposób, że sternit stały (dwufenilo-chloro- lub cyjano-arsyna) w naczyniu szklanem lub metalowem umieszczano w granacie w pośrodku materiału wybuchowego (zwykle trotylu). Stosunek sternitu do trotylu

wynosił mniejwięcej 1:2. Podczas eksplozji na skutek jej ciepła, sternit przechodził w parę, która na powietrzu natychmiast ochładzała się, tworząc mgłę. Badania niemieckie wykazały, że tylko pyłki o średnicy mniejszej niż $\frac{1}{10000}$ mm były zdolne przechodzić przez maskę aliantów. Efekt ten nie zawsze się udawał. Szczególnie nikłe wyniki miały dawać dawniejsze tego rodzaju granaty, w których rozpylanie sternitu, polegało na rozrzucaniu i rozpryskaniu roztworu sternitu w rozpuszczalniku organicznym i momentalnem wyparowaniu tego rozpuszczalnika.

Granaty krusząco-gazowe dawały podczas wybuchu, przeciwnie niż granaty czysto-gazowe, huk i były nie do odróżnienia po rodzaju wybuchu od zwykłej amunicji kruszącej. Tego rodzaju zatajenie przynajmniej w pierwszej chwili chemiczno fizjologicznej agresywności granatu było drugą korzyścią militarno-taktyczną takiej amunicji.

Jeszcze więcej niebezpieczna i skryta, była iperytowa amunicja krusząco-gazowa (Gelbkreuzbrisanzgranate), ze względu na słabą woń iperytu i jego opóźniające się działanie.

Poza siłą działania bardzo ważnem przy ostrzeliwaniu gazowem jest sposób zachowania się różnych gazów w terenie. Jak już wiadomo z poprzedniego artykułu, jedne gazy są łatwiej lotne i szybko znikają z terenu, inne znów trwalej utrzymują się w terenie i ich czas działania jest dłuższy. I jedne, i drugie są w walce potrzebne.

Gazy lotniejsze stosuje się przy ostrzeliwaniu pozycji, które mają być przedmiotem ataku własnej piechoty czyli gdy chodzi o zysk w terenie. Pociskami natomiast z gazami o działaniu dłużej trwającym zagazowuje się te pozycje i przestrzenie, na które wejście własnych wojsk nie jest w najbliższej przyszłości przewidziane. Pierwsze z tych pocisków były pociskami ataku, drugie pociskami obrony.

Typowemi pociskami obrony w stadjum najwyższego rozwoju wojny gazowej były u obu stron walczących pociski iperytowe. Zapomocą zaporowego ognia iperytowego, można było odciąć rezerwy od pierwszych linii okopów znacznie łatwiej, niż zapomocą zwykłego ognia artyleryjskiego. Iperytem zakażano drogi i gościńce, a specjalnie skrzyżowania dróg za frontem nieprzyjacielskim, czyniąc je na długi czas niedostępniemi.

Iperytem dają się bronić flanki własnych wojsk i wogóle z jego pomocą dają się z łatwością uzyskać najrozmaitsze efekty strategiczne, których niepodobna tu w całości wyliczać.

Skuteczność taktyki ostrzeliwania gazowego wogóle jest w znacznym stopniu zależna od wartości maski ochronnej i od stopnia dyscypliny i wyszkolenia przeciwigazowego przeciwnika; niemniej jednak przy dobrej masce i dobrej dyscyplinie pozostaną niezmiennie następujące zasady taktyki, podające wypadki, w których można się spodziewać korzystnego efektu przy atakowaniu bronią chemiczną:

1. Jeżeli napadnie się na nieprzyjaciela dostatecznie skoncentrowaną ilością gazu, szybko i niespodzianie, tak że wskutek tego nałożenie maski jest spóźnione.

2. Jeżeli nieprzyjaciela zmusić przez długotrwałe ostrzeliwanie do ciągłego noszenia maski, tak że staje się to dlań w końcu nie do zniesienia.

3. Jeżeli nieprzyjaciel obecności gazu w pociskach wogóle nie zauważy.

4. Jeżeli wprowadzi się w bój nowy środek, na który maska ochronna nieprzyjaciela nie jest przygotowana.

To są wnioski, do których doszło dowództwo niemieckie na podstawie doświadczeń i obserwacji swej armji, na wielkich polach doświadczalnych frontu zachodniego. Jeżeli cytuję tu tak często niemieckie przykłady, czynię to z dwóch powodów. Po pierwsze dlatego, że niemiecka taktyka stosowania gazów bojowych osiągnęła bezwątpienia wysoki poziom i była niejednokrotnie podziwiana przez aliantów. Po drugie, że bez względu na jej wartość zapoznanie się z metodami atakowania, stosowanemi przez naszych groźnych sąsiadów, uważam za specjalnie wskazane.

Dla uzyskania skutku w pierwszym i drugim wypadku potrzebna jest wielka ilość artylerji i bardzo wielka sprawność jej obsługi.

Tak zwany napad gazowy polegał na tem, że na jeden żywy, a wartościowy cel, n. p. pozycję baterji nieprzyjacielskiej, gniazdo karabinów maszynowych i t. p., rzucano pewną ilość pocisków (określoną normą zależnie od kalibru) z jak największej ilości dział i w najszybszym tempie, dającym się przy danym kalibrze osiągnąć, a więc w najkrótszym czasie —

mniej więcej w ciągu 1 minuty. Normy niemieckie wymagały np. 100 pocisków z dział 7·7 *cm*, albo 50 pocisków 10·5 *cm*, albo 25 pocisków 15 *cm* w ciągu 1 minuty na cel nieprzekraczający powierzchni 1 *ha*. Powierzchnie większe dzielono na mniejsze pola, które przydzielano poszczególnym baterjom. Tak zwane średnie i wielkie strzelanie składało się z całego szeregu „napadów gazowych“ na poszczególne pola. Trwało ono już nawet przy największej sprawności obsługi dłużej (od 2 do 6 godzin), zależnie od wielkości powierzchni atakowanej i ilości artylerji, będącej do dyspozycji. Koncentrację wytworzonej chmury gazowej można było podtrzymywać przez dalsze wolniejsze dostrzeliwanie. Powyższa metoda ostrzeliwania stosowana była dla pocisków ataku typu „Grünkreuz“ i „Blaukreuz“. Zakładanie zapory iperytowej może się odbywać w tempie znacznie wolniejszym.

Największą wadą gazowego ostrzeliwania artylerją stanowi trudność uzyskania silnego stężenia chmury gazowej. Ten problem rozwiązały pomyślnie miotacze gazowe. Przed zaprowadzeniem tych nowych sprzętów wojennych, przeznaczonych specjalnie do ostrzeliwania gazowego, rolę ich spełniały zwykle miotacze min. W stosunku do działa miotacz jest machiną prymitywną, ma nośność i celność bez porównania mniejszą, lecz ładunek wielki. Podczas, gdy 15 *cm* granat gazowy zawierał kilka kilogramów środka chemicznego, mina gazowa zawierała go 10–20 *kg*.

Min gazowych używano początkowo mało, stosowano je jednak z reguły, jako środek pomocniczy przy atakach falowych. Obrzucano niemi mianowicie wyżej położone miejsca w terenie atakowanym, któreby się w przeciwnym razie znalazły powyżej chmury gazowej, tworząc jakby wyspy, na któreby się mógł nieprzyjaciół chronić.

W chwili jednak, gdy taktyka ostrzeliwania artyleryjskiego osiągnęła wysoki poziom, zaczęto ją stosować również do miotania min, wskutek czego wartość tego sposobu atakowania znacznie się podniosła. Niespodziewanie jednak wielką wartość bojową miotaniu min gazowych nadali Anglicy, którzy stworzyli do tego celu specjalny sprzęt, znany pod nazwą miotaczy Livens'a („Livens Projektor“). Miotacze stanowią wła-

ściwie rury żelazne o średnicy 20 *cm*, na jednym końcu zamknięte kulisto, które w większej ilości, mniejwięcej 1 sztuka na 1 *m* frontu, wkopuje się w ziemię ukośnie ku nieprzyjacielowi. Ładunek prócz miny stanowi porcja materiału wybuchowego, miotającego minę, zależna od długości drogi, którą ma ona przebyć. Ładunek chemiczny wynosił 13·5 *kg* w modelu mniejszym i 27 *kg* w modelu większym. Między rurą a miną lub przez osobny otwór przechodził wspólny dla wszystkich rur przewód elektryczny. Zapomocą prądu elektrycznego powodowano wystrzał równocześnie wszystkich miotaczy. Steżenie chmury gazowej, wytworzonej przez równoczesny wybuch kilkuset a nawet do 2000 min, było tak wielkie, jakiego żadna metoda atakowania dotychczas nie dawała. Powietrze przy takich atakach było niejednokrotnie, praktycznie rzecz biorąc, wyparte, a maski gazowe, o ile je kto ostrzeżony potwornym szumem lecących w powietrzu min zdążył włożyć, nie miały w tych warunkach wartości obronnej.

Atak gazowy z miotaczy min *Livens'a* połączony jeszcze z obrzucaniem minami zapalającymi, zawierającymi termit i roztwór fosforu w dwusiarczku węgla dla niszczenia masek, uważany jest za najstraszniejszy sposób walki, jaki był wogóle podczas wojny światowej stosowany. Znacznie mniejszą rolę niż artyleryjskie gazowe pociski i miny odgrywały w czasie wojny granaty ręczne, napełniane środkami chemicznymi, a także bomby gazowe, rzucane z samolotów. Dziś autorytety zagraniczne, tak europejskie jak i amerykańskie, przykładają wielką wagę do tego ostatniego sposobu atakowania gazami. Wojna przyszłości ma być wojną gazowo-lotniczą.

Dwie są możliwe do pomyślenia drogi obrony przed chmurą gazu bojowego. Albo będzie się stosować jakieś ogólne przeciwsrodki, któreby już w atmosferze paraliżowały zawarte w niej gazy bojowe, albo, pozostawiając ludzi wśród atmosfery zatrutej, będzie się chroniło organizm ludzki przed jej agresywnością przez dostarczenie mu dostatecznej ilości zdatnego do oddychania powietrza. Pęd rozwoju obrony przeciwgazowej podczas wielkiej wojny poszedł w kierunku drugim, t. j. ochrony indywidualnej człowieka. Natomiast metody ogólnej kontrakcji były stosowane w sposób zorganizowany

tylko przy oczyszczaniu ziemianek, okopów i terenu po skończonym ataku gazowym.

Aparaty, służące do ochrony indywidualnej, mogą być dwóch wyraźnie różnych typów, zależnie od sposobu dostarczania powietrza zdatnego do oddychania.

Typ pierwszy, stanowiący najpowszechniejszą i najpopularniejszą „maskę gazową“, polega na tem, że powietrze wdechiwane, czerpane z zagazowanej, otaczającej atmosfery, oczyszcza się w masce i staje się dla organizmu nieszkodliwym. Ten typ maski gazowej, o ile wogóle spełnia kardynalny warunek zatrzymywania wszystkich szkodliwych składników, może być przydatny tylko tam, gdzie stężenie gazów szkodliwych w atmosferze nie jest zbyt wielkie. Atmosfera otaczająca musi zawierać jeszcze tyle powietrza, by mogła go dostarczyć człowiekowi w ilości 9—60 litrów na minutę, zależnie od intensywności pracy, jaką on wykonuje. W otwartem polu naogół nie trzeba się było liczyć z podobnymi koncentracjami chmury gazowej; tylko ataki z miotaczy gazowych przekraczały już tę granicę, ubezwładniając temsamem maskę.

Drugi typ aparatu odznacza się tem, że organa oddechowe są zupełnie izolowane i niezależne od atmosfery otaczającej, a aparat dostarcza powietrza, względnie tlenu ze zbiornika, w którym on znajduje się w stanie skompresowanym. Są to t. zw. aparaty tlenowe. Nie zależą one zupełnie od jakości i ilości niebezpiecznych składników atmosfery, a czas trwania ich zdatności jest ograniczony wielkością naboju tlenowego. Odrębny typ ochrony stanowią stroje przeciwiperytowe, chroniące całe ciało.

Aparaty tlenowe znane były i używane już przed wojną. Stanowiły one n. p. uzbrojenie ekspedycji ratunkowych w katastrofach górniczych.

Maski gazowe natomiast polegające na filtrowaniu, zanim doszło do masowej produkcji modeli o bezsprzecznej i wypróbowanej wartości, przejść musiały podczas wojny cały okres rozwoju, począwszy od prymitywnych woreczków, poduszeczek i knebli z waty, gazy lub innych tkanin, których dostarczano na front francusko-angielski w panicznym pośpiechu po katastrofalnym pierwszym ataku chlorowym we Flandrji. Woreczki te, nasycone roztworem tiosiarczanu sodowego i sody,

przyciskał żołnierz podczas ataku chlorowego jedną ręką do ust i nosa, co oczywiście zmniejszało do minimum jego wartość bojową.

Po zorganizowaniu stałej dostawy takich prymitywnych, lecz jednak jako tako pierwsze potrzeby frontu zaspakajających ochraniaczy, zaczął się na naukowych podstawach i fachowych próbach oparty, wysiłek Francji w kierunku ulepszenia tego systemu obrony. Przedewszystkiem wprowadzono mechaniczne przymocowanie woreczka chroniącego do twarzy tak, żeby żołnierz mógł mieć obie ręce wolne. Z powodu tej zmiany wyłoniła się nowa trudność uszczelnienia woreczka w okolicy ust i nosa, wobec czego woreczek zwiększono i linię uszczelnienia przesunięto. Dla ochrony przed środkami silnie łązwiącymi, jak bromkami benzylu i ksylolu, dodawano do kompletu szczelnie przylegające okulary. Równocześnie zwiększono ilość warstw gazy, a gazę impregnowano coraz liczniejszymi środkami chemicznymi dla wiązania nowych gazów, których Niemcy użyli lub mieli zamiar użyć. Te ulepszenia doprowadziły wreszcie do modelu francuskiej maski gazowej, znanej pod nazwą maski M_2 . Maski te, choć jeszcze bynajmniej nie tak doskonałe, jakimi już wówczas rozporządzali Niemcy, pełniły swą służbę na froncie od wiosny 1916 r. do wiosny 1918 r. Prócz żołnierzy na froncie, zaopatrywano niemi również ludność cywilną w pobliżu frontu. Maska obejmowała całą twarz, lecz przylegała do niej tylko na swym obwodzie. Linja uszczelnienia przechodziła pod brodą, bokiem twarzy i czołem. Maska była zaopatrzona ponadto w elastyczne taśmy, służące do umocowania. Na wysokości oczu znajdowały się dwie przezroczyste szybki w oprawie gumowej, wpuszczonej w materiał maski. Tu odrazu zazuaczę, że sprawa dobrania takiego materiału na szybki, któryby się nie pokrywał parą, względnie takiego urządzenia maski, któreby zapobiegało temu niemiłemu zjawisku, była i jest problemem bardzo ważnym i różne systemy masek w różny sposób usiłują go rozwiązać. W masce M_2 szybki te robiono z pewnego gatunku hydrocelulozy, nazwanego cellofanem. Materiał, z którego była maska wykonana, stanowiły dwie grube warstwy gazy. Jedna warstwa była napojona olejem rycynowym i rycynianem sodowym, które to środki pochłaniały chlor i łązwiące bromki. Druga warstwa zawierała

zasadowy węglan niklu dla pochłaniania cyjanowodoru, urotropinę (heksametylentetraminę) i sól sodową kwasu sulfanilowego dla pochłaniania fosgenu i chloromrówczanu mono- i trójchlorometylowego. Prócz tego obie warstwy były napojone gliceryną dla zachowania wilgotności. Pochłanianie gazów w masce M_2 odbywa się na całej powierzchni, co ma tę zaletę, że odbywa się pewnie i szybko, a pozatem opór przy oddychaniu jest minimalny. Z drugiej natomiast strony może ona chwycić tylko pewne gazy, a mianowicie te, na które została, że tak powiem, nastawiona, a z innych związków najwyżej takie, które są tamtym chemicznie pokrewne. Jest to już bowiem wadą chemicznego absorbowania, że każdy związek musi być indywidualnie traktowany, więc temsamem z góry wiadomy i znany. Wprawdzie pewne reakcje chemiczne, jak np. utlenianie, dają się stosować ogólniej, uniwersalność jednak, t. j. zdolność pochłaniania gazów nieprzewidzianych, pozostaje przywilejem pochłaniaczy opartych na adsorpcji fizycznej.

Zwiększanie skuteczności maski M_2 okazało się praktycznie niemożliwe. Na niej więc zatrzymał się we Francji rozwój typu masek, charakteryzujących się tem, że materiał, z którego były wykonane, był przepuszczalny i że pochłanianie gazów odbywało się na całej ich powierzchni zapomocą środków chemicznych. Tę samą linię rozwoju wykazuje również maska angielska, zapoczątkowana przez prymitywny ochraniacz ust i nosa, a opierająca się na tych samych zasadach. Tu jednak mały ochraniacz ust i nosa przeszedł bardzo rychło w duży worek, rodzaj kapuzy (Helmet), zakładanej na głowę i obejmującej ją całą, aż poniżej szyji. Dla uszczelnienia przewiązywano ją taśmą na szyji, lub zapinano kołnierzem bluzy. To energiczne załatwienie się z kwestją wyboru linii uszczelnienia dało żołnierzowi maskę o dobrej szczelności, niezależnej od wielkości i budowy jego twarzy, lecz noszenie takiego ciepłego hełmu w dnie upalne było bardzo dokuczliwe. Do napawania tkaniny hełmu służyły środki stosowane przez Francuzów. Z niewymienionych dotychczas używano jeszcze fenolu, względnie fenolanu sodowego. Powietrze wchodziło i wychodziło całą powierzchnią maski. Przy jednym z modeli do wydechiwania służyła rurka stale trzymana w ustach, wychodząca przez maskę na zewnątrz, a zaopatrzona wentylem bunsenowskim. Takie

urządzenie zapobiega gromadzeniu się wydechiwanego bezwodnika węglowego i pary wodnej pod maską. Oczywiście, hełmy posiadały na oczy również szybki ze szkła lub miki.

Rozwój maski niemieckiej poszedł prawie z miejsca inną drogą. Niemcy już w pierwszych modelach masek przyjęli zasadę, że maska powinna się składać z dwóch oddzielnych części: z maski właściwej nieprzepuszczalnej dla powietrza i z pochłaniacza, to jest naczynia, zawierającego środki absorbcyjne. Obie części powinny łatwo dawać się łączyć lub odłączać, np. przez wkręcanie na gwint. Gdy środki chłonne zużyją się, lub ich jakość trzeba zmienić, wymienia się tylko pochłaniacz, a maska właściwa, bez porównania trwalsza, zostaje na stałe rynsztunkiem żołnierza. Zasady tej trzymali się Niemcy we wszystkich modelach swej maski gazowej, a nie była ona również bez wpływu na rozwój aparatów ochronnych aljantów.

We Francji powstały dwa różne modele nowoczesnych masek: maska Tissot'a i maska *A. R. S.*

Maska Tissot'a była wcześniejszą, bo używano jej na froncie równocześnie z maską M_2 , lecz zaopatrywano w nią tylko lekarzy, sanitariuszy, obserwatorów artyleryjskich, oficerów kierujących działem, celowniczych karabinów maszynowych i t. p. wybrane funkcje pełniących ludzi. Aparat ten chroni dobrze, odznacza się trwałą przejrzystością szybek, jest jednak w użyciu nieco kłopotliwy i niewygodny. Duży pochłaniacz ($35\text{ cm} \times 18\text{ cm} \times 12\text{ cm}$) o wadze około 4 kg , umocowany był na plecach, jako tornister. U dołu komunikował się z otaczającą atmosferą za pomocą otworu, u góry zaopatrzony był elastyczną rurą, przechodzącą przez ramię do maski. Tu rura rozdzielala się na dwie węższe, tak zagięte, że skierowywały prąd wdychiwanego powietrza na szybki, zdmuchując z nich w ten sposób mgłę. Na początku rury przewodzącej (przy pochłaniaczu) był wentyl pozwalający tylko na przejście powietrza w kierunku do maski, zamykający natomiast drogę dla powietrza wydychiwanego. Do wydychiwania służyła rurka stale trzymana w ustach, przechodząca przez maskę i tu zakończona wentylem, działającym odwrotnie, niż poprzedni. Część właściwa maski była wykonana z materiału nieprzepuszczalnego, a więc kauczuku lub gumowej tkaniny i obejmowała twarz, t. zn. że linja uszczelnienia przechodziła przez

czoło, skronie, bokiem twarzy i pod brodą. Przytwierdzało się ją zapomocą taśm obejmujących głowę. Na wypełnienie pochłaniacza składały się dwie warstwy, z których pierwszą stanowiły wióry żelazne i soda żrąca lub wapno sodowane, drugą zaś wióry drzewne, napajane środkami wymienionymi już przy masce M_2 . Wypełnienie to ulegało jednak zmianom; tu n. p. Francuzi próbowali po raz pierwszy użycia węgla, jako środka ogólnie adsorbującego.

Węgiel drzewny pochłania gazy i pary, a to tem łatwiej, im wyższym jest ich ciężar cząsteczkowy. Stąd „gazy bojowe“ ulegają na nim pochłonięciu, a zatrute powietrze, przechodząc przez warstwę węgla, traci składniki szkodliwe. Proces ten, polegający na zagęszczaniu się rozmaitych substancyj na powierzchniach ciał wysokoporowatych, nosi nazwę adsorpcji. Węgiel specjalny, o silnych własnościach adsorpcyjnych, nazywa się węglem aktywnym. Można go otrzymać przez suchą destylację (zwęglanie) ciał bogatych w chemicznie związany węgiel, a więc n. p. skrobi, cukrów, drewna, torfu i wielu innych, przy zachowaniu pewnych warunków. Ostrejko zaproponował aktywowanie węgla drzewnego przez wyprażanie w strumieniu przegrzanej pary wodnej. Również dobrze chłonący węgiel otrzymać można przez zwęglanie łupin orzechów kokosowych. Wreszcie przez napojenie drewna roztworami pewnych związków, zwłaszcza chlorku cynkowego lub żelazowego, albo kwasem fosforowym, następne wyprażenie i odmycie od soli aktywujących udało się otrzymać węgiel bardzo silnie chłonący. Najlepszy gatunek węgla aktywnego wyrabiają ze zmielonego torfu, któremu przez zarobienie na gęstą papkę z roztworem czynnika aktywującego (np. kwasu fosforowego) i następne prasowanie nadaje się kształt jednakowych ziarn (cylindry średnicy około 2 mm, a długości 7 mm); po wysuszeniu zwęgla się te ziarna w temperaturze około 900° C i uwalnia od związków aktywujących. W ten sposób uzyskany węgiel wykazuje obok silnych zdolności adsorbcyjnych dużą twardość i wytrzymałość na zgniecenie, wskutek czego nie ściera się w maskach na proszek. Z tych względów nadaje się bardzo dobrze do napełniania pochłaniaczy masek gazowych. Sto gramów takiego węgla może pochłonąć całkowicie z atmosfery zatrutej blisko 50 gramów substancyj trujących. Węgiel akty-

wny ma również zastosowanie w przemyśle dla wydobywania cennych par, zawartych w powietrzu lub innych gazach. Tą drogą n. p. wydobywa się gazolinę z gazów ziemnych.

Najdoskonalszym wytworem francuskiego przemysłu wojennego w dziedzinie aparatów przeciwgazowych była maska gazowa *A. R. S.* Dostarczono jej na front w lutym 1918 r., gdzie weszła w powszechne użycie; pełniła ona służbę aż do końca wojny, a także i dziś należy do ekwipunku armji francuskiej. Nieprzemakalny i nieprzepuszczający materiał maski właściwej złożony jest z dwóch tkanin, zewnętrznej gumowanej i wewnętrznej impregnowanej olejem lnianym. Na wysokości oczu znajdują się szybki z miki. Poniżej, na wysokości ust i nosa znajduje się metalowa pierścieniowa oprawa wentyli, do której wkręca się na gwint pochłaniacz. Powietrze wdechiwane wchodzi przez pochłaniacz, przechodzi przez przeznaczoną dla siebie komorę oprawy, otwierając sobie wentyl w niej umieszczony i wchodzi do wnętrza maski, gdzie dwie kieszonki gumowe skierowują je na dwie szybki. Pomysł i cel ostatniego urządzenia jest ten sam, co w masce *Tissot'a*. Powietrze wdechiwane wchodzi otworem w wewnętrznej stronie oprawy, przechodzi przez drugą (oddzieloną od poprzedniej) komorę, zaopatrzoną wentylem, i wychodzi na zewnątrz otworem na zewnętrznej stronie oprawy. Pochłaniacz stanowi puszka metalowa kształtu cylindrycznego, o dnie siatkowanym. Środki chłonne umieszczone są w trzech warstwach; pierwsza (zewnętrzna) zawiera tlenek cynku, węglan sodowy i sproszkowany węgiel drzewny, drugą tworzy węgiel aktywny, trzecią w końcu warstwa gazy napojona urotropiną. Specjalnie dla zatrzymania pyłu stałych arsyn, który swobodnie przechodził przez granulowane absorbery, musiano się uciec do metody filtrowania i dodano do ładunku pochłaniacza jeszcze warstwę waty. Pód koniec wojny dodawano jeszcze porcję nadmanganianu potasowego, który to środek był z powodzeniem stosowany w masce angielskiej. Pochłaniacz daje się z maski wykręcić i zastąpić zapasowym, prócz tego sam jest rozbieralny; ładunek jego można z łatwością zmienić, czy to na świeży, czy też wogóle na inny.

Anglicy po zarzuceniu „*Helmet'ów*“ zwrócili się do modeli zbliżonych do maski *Tissot'a*, t. zw. *Box Respirator'ów*.

Główne ich cechy były następujące. Oddychało się tylko ustami zapomocą rurki, nos natomiast zaciskał w masce trwale umieszczony ściskacz. Prócz tego zastosowano tam dwa wentyle; powietrze zużyte wychodziło wprost nazewnątrz, wdychiwane musiało przejść przez pochłaniacz. Pochłaniacz umieszczony był w torbie noszonej na piersiach i łączył się z maską zapomocą elastycznej rury. Ta sama torba służyła do przechowywania całej maski. W starszych modelach maska właściwa obejmowała tylko dolną część twarzy (nos i usta), nowsze obejmują całą twarz i posiadają szybki z miki. Skrzynka z środkami chłonnymi była większa, niż pochłaniacze maski *A. R. S.* lub maski niemieckiej, a waga środków absorbcyjnych dochodzi do 1 *kg.* Jako przykład wypełnienia pochłaniacza w różnych czasach wojny podają: warstwa pierwsza (zewnątrzna) 430 *gr.* wapna sodowanego z 2% zawartością nadmanganianu, warstwa druga 100 *gr.* alkalicznego węgla kostnego, warstwa trzecia 375 *gr.* pumeksu napojonego siarczynem sodowym (jako ochrona przeciwko chloropikrynie). W pochłaniaczach późniejszych warstwę trzecią zastąpiły dalsze większe ilości węgla kostnego, aż wreszcie pod koniec wojny wprowadzono jednolite wypełnienie z granulowanej mieszanki drzewnego węgla aktywnego, wapna sodowanego i nadmanganianu. Prócz tego zaopatrzone pochłaniacz w filtr z krepki i waty dla mechanicznego zatrzymywania pyłu sternitowego. Maski angielskie miały chronić najlepiej ze wszystkich masek, jakimi rozporządzali aljanci podczas wojny.

Amerykanie, przyłączywszy się do aljantów (wiosną 1917 r.), używali najpierw ich masek, potem fabrykowali angielskie *Box-Respiratory*, wreszcie stworzyli własny typ maski, oparty na studjum wszystkich europejskich typów. Nie wprowadzili w nim jednak nic szczególnie oryginalnego, tak że go pomijam. Specjalną uwagę natomiast należy zwrócić na to, że Amerykanom udało się znaleźć surowiec i metodę otrzymywania doskonałego, silnie chłonnego węgla aktywnego. Robiono go z łupin orzechów kokosowych. Koniec wojny nie przerwał bynajmniej amerykańskich usiłowań stworzenia doskonałego aparatu ochronnego. Za podstawową maskę, najwięcej zdolną do rozwoju, przyjęto francuską maskę *Tissot'a*. Zaopatrzone ją przede wszystkim w bardzo pomysłowy pochłaniacz, rozwiązujący

między innymi bardzo dobrze kwestję zatrzymywania mgieł, dymów i pyłów, niepochlanianych przez granulowane środki absorpcyjne. Zadania tego właściwie żadna maska państw wojujących nie spełniała bez zarzutu.

Dalszą zdobyczą amerykańską jest wynalezienie sposobu pochłaniania tlenu węgla w masce. Mianowicie mieszanina tlenków metalicznych utlenia tlenek węgla na bezwodnik węglowy, a ten absorbuje się w alkaliach. Ciepło utleniania wymaga chłodzenia. Mieszaninę zwaną Hopcalite 1 stanowi 50% dwutlenku manganu, 30% tlenku miedzi, 15% tlenku kadmu i 5% tlenku srebra.

Sądząc z amerykańskich publikacyj, Stany Zjednoczone dzierżą obecnie prym w studjach z dziedziny gazów bojowych i obrony przeciwgazowej; czy jednak tak jest w rzeczywistości, trudno rozstrzygnąć, publikacje te bowiem pozostają bez konkurencji, jako że żadne inne państwo nie uważa za stosowne ogłaszać swych zdobyczy z tego zakresu.

W Niemczech rozwój masek przeciwgazowych po wojnie ani prawnie, ani faktycznie nie jest hamowany, ponieważ mogą i powinny one mieć zastosowanie w niektórych dziedzinach przemysłu chemicznego, a z odpowiednimi zmianami także w ratownictwie pożarowym. Dzisiejsza przemysłowa maska niemiecka ma być bardzo wartościowa, a jest stale ulepszana. Z powodu zwiększenia objętości pochłaniacza z 250 cm^3 na 1000 cm^3 , wprowadzili wreszcie i Niemcy, którzy się tak długo temu opierali, wentyle wdechowe i wydechowe, wypuszczając zużyte powietrze wprost na zewnątrz.

Prócz ochrony pojedynczych ludzi zapomocą opisanych tu dla przykładu masek gazowych, organizowano podczas wojny również zamknięte przestrzenie, mogące pomieścić większą ilość osób i zwierząt, a zabezpieczone od gazów jednym urządzeniem filtrującym, odgrywającym rolę wspólnej maski gazowej. Powszechnie praktykowanym np. było podczas ataków falowych zawieszanie u wejścia do ziemianek płacht, zwilżonych roztworem sody i tiosiarczanu sodowego, które się od czasu do czasu stryskiwało świeżemi porcjami roztworu. Inne technicznie wyżej stojące i lepsze wyniki dające urządzenie polegało na tem, że wentylator ssał powietrze z zewnątrz i wciągał je do ziemianki, przyczem przechodziło ono przez dużą

skrzynkę, zawierającą środki absorpcyjne. Francuzi, używali jako takich ziemi humusowej i trocin drzewnych, napojonych olejem antracenowym. Wszystkie inne otwory i wejście ziemianki były zaopatrzone w zasłony, a nadwyżka ciśnienia wtłaczanego powietrza, odrzucała zatrutą atmosferę, atakującą ich pory.

Ten sposób nadawałby się może najlepiej dla zbiorowej ochrony ludności cywilnej miast przed atakami lotniczo gazowymi. Ze względu na małe różnice w rozmiarach głów żołnierzy wystarcza, jeżeli maski wojskowe są produkowane w trzech wielkościach. Zaopatrzenie zaś w maski gazowe całej ludności cywilnej od najmłodszych do najstarszych, wymagałoby produkcji w tak różnych wielkościach, że byłoby to bardzo trudne do zrealizowania. Pozatem wiele innych względów przemawia przeciw temu; nie do pomyslenia jest n. p. zaopatrywanie niemowląt w maski. Kwestję tę natomiast rozwiązywałyby dobrze obszerne lokale, których nigdy nie brak w wielkich miastach, jeżeliby lokale te były uposażone w odpowiednie środki i adaptowane tak, że w razie potrzeby mogłyby się zamienić na bezpieczne schrony przeciwgazowe. Zmiany, jakieby należało w tym celu przeprowadzić w istniejących już lokalach kinowych, salach koncertowych, balowych i t. p. nie są bynajmniej tak wielkie, ani tak kosztowne, jakby się zdawało; przy nowobudujących się i projektowanych, koszta byłyby już minimalne. Odnosi się wrażenie, że to są pierwsze rzeczy i najłatwiejsze, jakie dla ochrony przeciwgazowej miast dadzą się przeprowadzić. Schrony takie zatrzymują swą wartość także i przy większem stężeniu gazów w atmosferze. Środki absorpcyjne muszą być wówczas często zmieniane, wentylator dostarcza mniejszą ilość powietrza w jednostce czasu, lecz nie daje się to zbytńo odczuć ludziom korzystającym ze schronu. Przy użyciu natomiast indywidualnej maski gazowej oddychanie w tych warunkach staje się niemożliwe. Im większe stężenie gazów szkodliwych, tem mniej otrzymują płuca powietrza przy oddychaniu, mimo że wykonują tę samą pracę, bo muszą ssać mieszaninę gazów, z których duża część pozostaje w pochłaniaczu. Prócz tego pochłaniacz bardzo szybko się zużywa. Dlatego zwykle maski gazowe nie mają wartości i nie mogą być stosowane przy większych stężeniach.

W tych wypadkach, a także i wówczas, gdy atmosfera zatruta jest gazem, którego zwykle maski nie pochłaniają (np. tlenek węgla), trzeba użyć aparatów tlenowych. Jak to wyżej zaznaczyłem, były one znane na długo przed wojną i wyrabiane były w kilku patentowanych konstrukcjach w Niemczech, Francji i Anglii. Podczas wojny wprowadzono szereg modeli nowej, udoskonalonej konstrukcji. W armji niemieckiej używano aparatów firmy Dräger-Werk, a mianowicie przeważnie aparatu Dräger-Tübben i aparatu ulepszanego znanego pod nazwą H. S. S. (Heeres-Sauerstoff-Schutzgerät). W armji angielskiej stosowano aparaty „Proto“ firmy Fleuss-Davis i mniejsze, prostsze „Salvus“. Francuzi używali swego przedwojennego modelu Tissot, a później produkowali dla wojska aparaty wzorowane na niemieckich Dräger'ach.

Dla zorientowania się i poznania zasady działania takich aparatów, przyjrzyjmy się bliżej aparatowi Dräger'a - Tübben'a. Składa się on z następujących części, kolejno się z sobą łączących: z butelki stalowej pojemności 400 cm^3 , zawierającej 60 litrów tlenu pod ciśnieniem 150 atmosfer, z gumowego obszytego płótnem worka tlenowego, z puszki zawierającej stały wodorotlenek sodowy i potasowy (nabój czyszczący), z rury oddechowej i ustnika. Oddycha się tylko ustami przez ustnik stale w nich trzymany; nos zamyka ściskacz. Cały aparat, ważący około 4-5 kg , zawieszają na szyi i nosi się przed sobą. Przez otwarcie wentyla butelki stalowej napełnia się tlenem worek tlenowy, poczem wentyl się zamyka. Z worka wyciskany małym ciśnieniem wskutek jego elastyczności i ssany ustami tlen przechodzi przez nabój czyszczący i rurę oddechową do płuc; przy wydechu wraca tą samą drogą do worka tlenowego, przyczem nabój czyszczący pozbawia go pary wodnej i bezwodnika węglowego. W miarę oddychania zawartość worka maleje, po krótkim czasie więc znów go trzeba z butelki napełniać. Czas używania aparatu kończy się oczywiście z chwilą, gdy tlenu w butelce zabraknie, a także, gdy wyczerpie się zdolność chłonna naboju czyszczącego, co się poznaje po braku szelestu przy wstrząsaniu puszką. Aparat Dräger'a - Tübben'a wystarcza człowiekowi w marszu na przeciąg 45 minut. Tu przypominam, że człowiek oddychając, zużywa 0-5 do 2 litrów tlenu na minutę, zależnie od tego, czy

jest w spoczynku, czy też wykonuje ciężką pracę. Inne modyfikacje aparatów tlenowych posiadają większe lub mniejsze butelki z tlenem, co zwiększa lub skraca ich czas funkcjonowania, a także wpływa na ich ciężar. Niemiecki *H. S. S.* zawiera 120 litrów tlenu i waży 7,5 *kg*, angielski „Proto 1914“, zawierający 250 litrów, waży 15 *kg* i nosi się go częściowo przed sobą, a częściowo na plecach. Aparaty te są więc naogół ciężkie, krępujące w ruchach i wymagają umiejętnej obsługi. Wszystkie wojenne i powojenne ulepszenia szły i idą w kierunku zrobienia z nich aparatów jak najwięcej samoczynnych, tak by człowiek korzystający z nich jaknajmniej lub wcale nie potrzebował się nimi zajmować i miał obie ręce wolne. Takim ulepszeniem jest na przykład wprowadzenie automatycznego dozowania tlenu, polegającego na tem, że worek tlenowy otrzymuje stały dopływ tlenu z butelki, w ilości 1,5 lub 2 litrów na minutę.

Dzisiejsze amerykańskie i niemieckie aparaty posiadają konstrukcję bardzo skomplikowaną. Dozowanie tlenu jest w nich regulowane przez wymagania płuc, stosuje się więc ono automatycznie do wielkości wysiłku przy pracy. Czy byłoby jednak możliwe uzbrojenie w takie aparaty wszystkich żołnierzy na froncie — do czego się dąży — jest sprawą bardzo wątpliwą, bo bardzo kosztowną.

W aparaty tlenowe zaopatrywano podczas wojny tylko wybrane oddziały i przy specjalnych pracach. Dla równoczesnej ochrony oczu dodawano szczelnie przylegające okulary.

Maski gazowe i aparaty tlenowe chronią tylko oczy i organa oddechowe. Dla zabezpieczenia całej powierzchni ciała przed parzącym iperytem posługiwano się specjalnymi ubraniami z nieprzepuszczalnych tkanin. Francuzi stosowali tkaniny impregnowane olejem lnianym, Amerykanie specjalnym środkiem „Simplexin“. Były również w użyciu tkaniny, napawane żelatyną i gliceryną, a później garbowane. Dla ochrony rąk wyrobiano rękawice sukienne, napojone pyroksyliną. Również stopy, choć w skórczanem obuwiu, musiały być chronione z powodu nadzwyczajnej przenikliwości iperytu.

Ponieważ całkowity strój przeciwiperytowy, szczególnie w dnie gorące, był bardzo dokuczliwy, zadawano się często maścią mającą zapobiegać oparzeniu. Maść ta zawierała 45%

tlenku cynku, 30% oleju lnianego, 10% smalcu, 15% lanoliny. Miejsca skóry, które uległy już zetknięciu z iperytem, posypywano proszkiem wapna chlorowanego. Problem dostatecznej obrony przeciw iperytowi podczas wojny nie został dotąd rozwiązany.

Kończąc na tem krótki przegląd metod atakowania gazami bojowymi i środków obrony, chciałbym jeszcze podać kilka książek z dość obszernej już literatury, w tej dziedzinie. Są to:

Hanslian-Bergendorff: Der chemische Krieg, Berlin 1925.

Karol Moureu: Chemja i wojna (polskie tłóm. płk. Zieleniewskiego, wyd. Wojsk. Instyt. naukowo-wydawn.).

A. Małyszko: Wojna chemiczna (tylko wydanie drugie 1924).

Zygryd Bartel: Broń chemiczna, 1925.

Walery Jasiński: Taktyczne użycie broni chemicznej.

Kaz. Br. Rudnicki: Obrona przeciwchemiczna, 1925.

Tad. Kalusiński: Krótki zarys chemji gazów i dymów bojowych, 1926.

Stefan Hłasek-Hłasko: Wskazówki meteorologiczne w zastosowaniu do praktyki wojennej.

Z Zakładu Technologji Chemicznej Politechniki Lwowskiej.

Z. GRODZIŃSKI.

Pochodzenie ssaków.

(Wykład habilitacyjny, wygłoszony na Uniwersytecie Jagiellońskim dnia 7 maja 1927 r.).

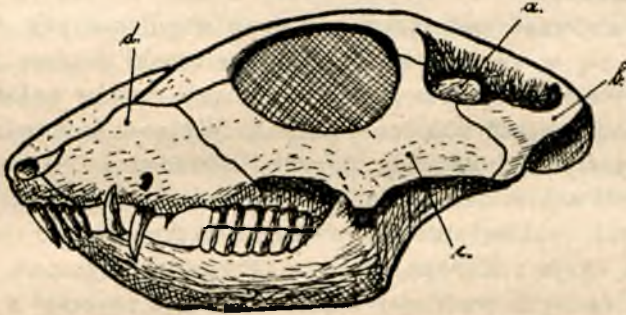
Słusznie nazwał Oken zwierzęta ssące „zwierzętami owłosionymi“, jest to bowiem ich cechą charakterystyczną o pierwszorzędnem znaczeniu. Z wystąpieniem włosów zostaje w związku przyczynowym stała temperatura ciała, rozwój gruczołów mlecznych i wiele innych właściwości ssaków. Gdyby udało się znaleźć pierwowzór włosa u niższych kręgowców, możnaby z wielką dozą prawdopodobieństwa powiedzieć, że ta właśnie grupa kręgowców stanowi punkt wyjścia w rozwoju ssaków.

Dawniej wyprowadzano włosy z łusek gadów lub zębów skórnych rekinów, ale rozwój zarodkowy włosów nie zgadza się z rozwojem tych tworów skórnych. Rozwój włosa przypomina raczej rozwój ciałek zmysłowych skórnych u płazów. Maurer wykazał bowiem, że zarówno w pierwszych stadjach rozwojowych włosów, jak i tych ciałek zmysłowych, główną rolę gra nabłonek, a nie skóra właściwa, w obu przypadkach dadzą się wykazać komórki czuciowe i rusztowaniowe, obydwie są unerwione nerwami czuciowymi. Na podstawie tych podobieństw rozwojowych wyprowadzał Maurer włos z ciałek zmysłowych skórnych.

Teorię Maurera uzupełnili Botezart (1914) i Preiss (1925), którzy odkryli u gadów (szczególnie *Agamidae*) ciała zmysłowe skórne, umieszczone pod warstwą zrogowaciałą łusek. Zrogowaciałe wypustki tych ciałek sterczą ponad łuski, dzięki czemu twory te jeszcze bardziej upodobniają się do włosów, niż ciała zmysłowe płazów. Zmiany perjodyczne włosów ssa-

ków przebiegają w najdrobniejszych szczegółach podobnie, jak zmiany ciała zmysłowych u gadów podczas wylinki.

Ciałka te mieszczą się przeważnie u podstawy łuski, rzadko tylko na jej wierzchołku. Ponieważ łuski zachodzą na siebie dachówkowato, ciała ustawiają się równolegle do wolnego brzegu łuski nakrywającej następną. Włosy ssaków, posiadających łuski, okalają ich wolny brzeg, podobnie jak ciała zmysłowe łuski gadów. Nawet u ssaków bezłuskich włosy układają się grupami tak, jakby łuski jeszcze istniały. Wszystko to razem wzięte wskazuje niedwuznacznie na to, że włosy pochodzą z ciałek zmysłowych gadów; to upoważnia nas znowu do przypuszczenia, że gady są bezpośrednio przodkami ssaków.



Rys. 19.

Sesamodon browni Broom. (*Theriodontia*) — a = wyrostek wroni, b = kość łuskowata, c = kość licowa, d = kość szczękowa.

Chodzi obecnie o to, aby znaleźć między gadami taką grupę, któraby z największym prawdopodobieństwem stanowiła punkt wyjścia dla rozwoju ssaków. Grupą tą są *Theriodontia*. Przy porównaniu ich szkieletu ze szkieletem ssaków widzimy, że: 1. w obu grupach zęby różnicowały się na siekacze, kły i trzonowe, 2. łuk jarzmowy tworzą kości łuskowata i licowa (*squamosum* i *jugale*), 3. szczęka dolna posiada wyrostek wroni, 4. ilość członów u palców wynosi 2, 3, 3, 3, 3. Pomimo tych cech wspólnych ze ssakami *Theriodontia* przecież należą do gadów, bo: 1. pokrój czaszki jest ciężki i gruby, dzięki kościom niedostatecznie wycyzelowanym, 2. kręgi są dwuwklęsłe, 3. pomiędzy kośćmi ciemieniowymi znajduje się otwór ciemie-

niowy, który nigdy nie występuje u ssaków. *Theriodontia* były więc napewno gadami, ale posiadały już wiele cech właściwych zwierzętom ssącym, tak że można je uważać za ich przodków.

Najpierwotniejsze ssaki znamy z tryjasu. Niewiadomo jednak, czy rozwinęły się z gadów w jednej tylko okolicy, a potem rozeszły się po lądach kuli ziemskiej, czy też rozwinęły się polifiletycznie, t. zn. w kilku odległych od siebie miejscowościach i z różnych przodków. Drugie przypuszczenie będzie prawdopodobnie słuszniejsze. W każdym razie pochodzenie polifiletyczne było możliwe, bo *Theriodontia* znamy z pokładów Karroo Południowej Afryki, z permu Rosji, z Indji Wschodnich i z Ameryki Północnej, a więc ze wszystkich większych lądów.

Ze zwierząt, należących do grup współczesnych, torbacze pojawiły się w kredzie, a wszystkie inne ssaki dopiero w eocenie. Przytem za ojczyznę poszczególnych rzędów należy uważać północną część północnej półkuli. Wyjątek stanowią słonie, które wyszły z północnej Afryki i *Sirenia*, które rozwinęły się w okolicach morza Śródziemnego. Jedno centrum rozwojowe pozostałych ssaków stanowi północna Azja, drugie północna Ameryka. Azja i Europa, stale w tym czasie złączone, nie narzęczały żadnych trudności w przechodzeniu zwierząt z jednego lądu na drugi. Dzięki dwukrotnym połączeniom lądowym Azji z Ameryką w dolnym eocenie i w dolnym oligocenie i połączeniu Europy z Ameryką w najniższym eocenie, fauna tych lądów mogła się ze sobą wymieniać i wszędzie rozprzestrzeniać.

Ssaki coraz to doskonalsze wypierały i wyniszczały mniej doskonałe, które mogły się utrzymać tylko w pewnych sprzyjających warunkach. Torbacze n. p. i stekowce żyją jeszcze obecnie w większej ilości w Australji, ale tylko dlatego, że wyspa ta oddzieliła się od lądu stałego jeszcze w drugorzędzie, kiedy nawet najpierwotniejsze łożyskowce nie zdołały dotrzeć tak daleko na południe. W Australji zdołały się rozwinąć z jednolitego materiału zwierzęcego formy przystosowane do najrozmaitszych warunków życia, a to tak dalece, że każda grupa łożyskowców ma swój odpowiednik między torbaczami, np. krety, polatuchy, drapieżce, kopytowce.

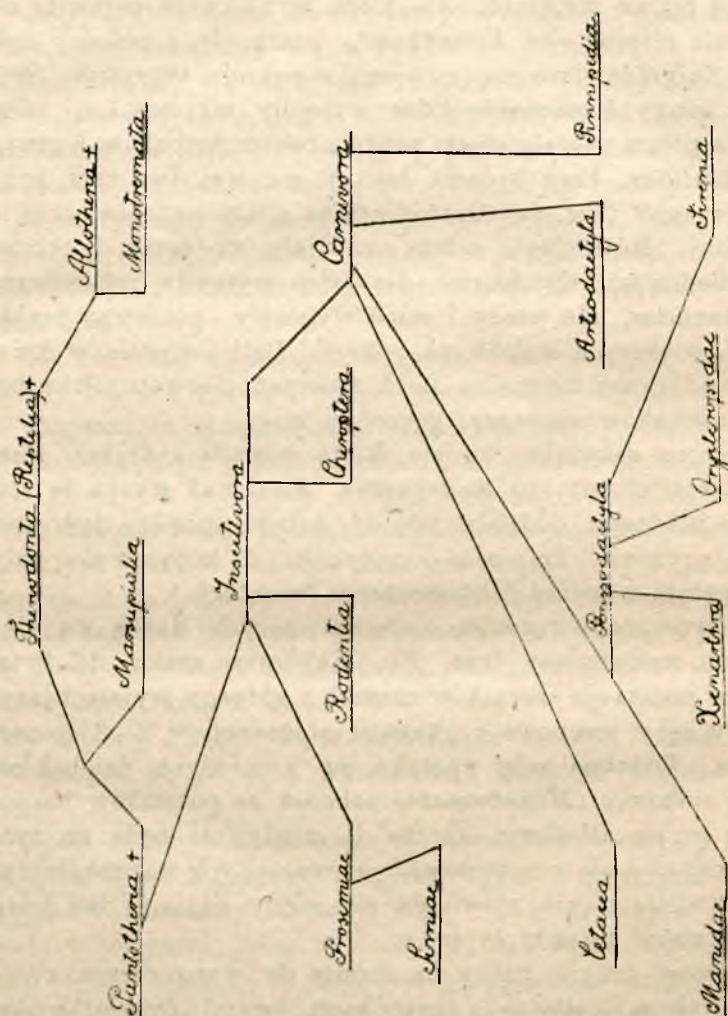
Podobnie jak Australja, została wyspą Ameryka Południowa, tylko nieco później, bo w środkowym eocenie. Zamieszkiwały ją wtedy prócz torbaczy i pierwotne łożyskowce. Świat zwierzęcy tych okolic nie posiadał drapieżców, dlatego mógł się bujnie rozwinać. Ale kiedy w pliocenie pojawiło się połączenie między obu Amerykami, wtargnęły z północy drapieżce. Najgroźniejsze między niemi, o pokroju tygrysim, *Smilodon* z grupy *Machairodontidae* wytępiły wkrótce koni pampasów, a potem zabrały się do pancernych szczerbaków z grupy *Glyptodontidae*. Przy badaniu historii rodowej dwu tych grup wpada w oczy fakt, że *Glyptodontidae* miały pancerz coraz to mocniejszy. Równoległe z tem rozwijały się coraz potężniej kły *Smilodon*ów. Ostatecznie drapieżce wytępiły roślinożerne *Glyptodontidae*, ale wtedy i same wyginęły, ponieważ brakło dla nich większych ssaków na pokarm. Dziś pozostała w Ameryce Południowej niewielka ilość zwierząt pierwotnych z pośród szczerbaków, torbaczy, gryzoni i małp.

Trzecim zakątkiem, gdzie fauna posiada charakter pierwotny i specyficzny, to Madagaskar. Ponieważ wyspa ta stosunkowo niedawno oddzieliła się od Afryki, posiada już owadożerne, gryzonie, drapieżce i małpiatki. Z kopytowców żyły tu hipopotam i świnia (*Potamocheirus larvatus*).

Główne etapy rozwoju zwierząt ssących dadzą się ująć w sposób następujący (rys. 20). Najstarsze ssaki, *Alloteria*, znane na podstawie szczątków czaszek z górnego tryjasu i jury, posiadały zęby trzonowe z guzkami ułożonemi w 2—3 szeregi podłużne. Podobne zęby spotyka się u młodych dziobaków, stąd też stekowce (*Monotremata*) uchodzą za potomków bezpośrednich grupy *Alloteria*. Grupa ta nigdy nie była na tyle plastyczną, aby się przystosować do rozmaitych warunków życiowych; dlatego nie rozwinęła się nigdy silnie i dziś liczy zaledwo cztery gatunki żyjące.

Owoce drugiej próby na drodze do wytworzenia zwierząt ssących są torbacze z przodkami swymi *Dromatheridae* i *Triconodontidae*. Zęby tych pratorbaczy posiadały trzy sęczi ustawione jeden za drugim i służyły zapewne do rozdzierania pokarmu złożonego z owadów. Ze zwierząt owadożernych rozwinęły się najpierw mięsożerne (*Polyprotodontia*), a potem roślinożerne (*Diprotodontia*). Torbacze zamieszkiwały w okresie

rozkwitu całą ziemię. Niektóre z nich, jak *Diprotodon*, dochodziły do rozmiarów hipopotama, a *Thylacoleo* do wielkości lwa. Po okresie rozkwitu, szybko nastąpił zmierzch torbaczy; dziś są przeżytkiem — „żywymi wykopaliskami“.



Rys. 20.

Drzewo rodowe ssaków.

Dopiero trzecia próba dała ziemi materiał odpowiedni, z którego zdołały się rozwinąć pozostałe ssaki. Materiałem tym były *Pantotheria* współczesne z *Triconodonta* z jury, a różne od nich użębieniem. Trzy guzki ich zębów trzonowych były

rozstawione w trójkąt. Bezpośredniem potomstwem *Pantotheria* są owadożerne *Insectivora*, grupa zwierząt bardzo plastyczna, przystosowana do życia w najrozmaitszych warunkach. Krety żyją pod ziemią, *Tupaidae* indo-malajskie przypominają pokrojem wiewiórki, *Macroscelididae* — skoczki, ryjówki — myszy, jeże posiadają kolce, *Galeopithecidae* latają. Nic dziwnego, że grupa zwierząt o takich zdolnościach akomodacyjnych mogła stać się punktem wyjścia w rozwoju wszystkich innych ssaków.

Najbliżej spokrewnione z nimi są nietoperze (*Chiroptera*), znane obecnie w 600 gatunkach. Nieco dalej odbiegają gryzoni (*Rodentia*), grupa obecnie znajdująca się w rozkwicie, liczy bowiem 900 gatunków. Wprost z owadożernych wyprowadza się małpiatki (*Prosimiae*), a w dalszym ciągu wszystkie pośrednie ogniwa łańcucha prowadzącego od nich aż do człowieka.

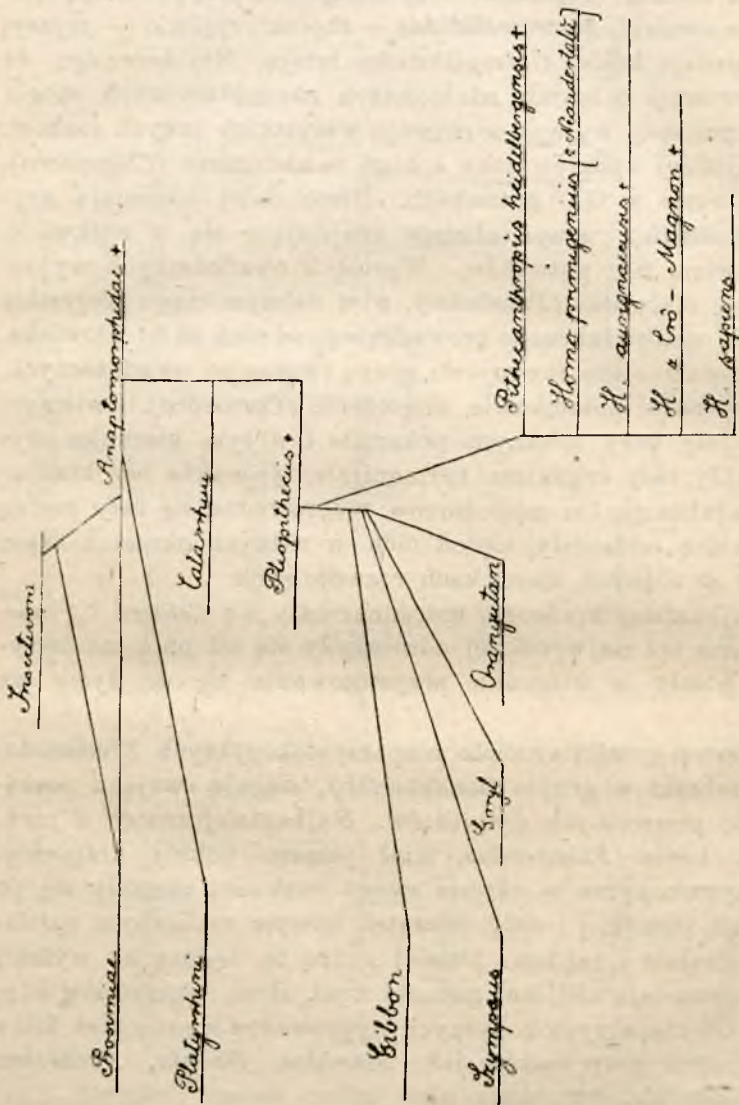
Najważniejszą rozwojowo grupę tworzą po owadożernych, ich bezpośredni potomkowie, mięsożerce (*Carnivora*). Zwierzęta te pozostały przy mięsnym pokarmie i w tym kierunku wydoskonaliły cały organizm harmonijnie, jednakże bez krańcowej specjalizacji. Od mięsożerców wyprowadza się cały szereg grup, które oddzieliły się od nich w różnych okresach czasu i poszły w różnych kierunkach rozwojowych.

Najbardziej krańcowo ustosunkowały się *Cetacea* i *Pinnipedia*, one też najwcześniej odszczepiły się od pnia macierzystego i poszły w kierunku przystosowania się do życia we wodzie.

Pierwsi przedstawiciele nieparzystokopytnych (*Perissodactyla*), zebrani w grupie *Condylarthra*, sięgają swojemi początkami do pierwotnych drapieźców. Najbardziej znany z nich, przodek konia *Phenacodus*, miał jeszcze pokrój drapieźcy. Nieparzystokopytne w okresie swego rozkwitu rozeszły się po całej kuli ziemskiej i dały początek nowym rozlicznym gatunkom, rodzajom i rzędom. Dzisiaj grupę tę, będącą na wymarciu, reprezentują nieliczne gatunki koni, słoni, nosorożców i tapirów. Od nieparzystokopytnych wyprowadza się również kilka pomniejszych grup ssaków jak: *Manidae*, *Sirenia*, *Xenarthra* i *Tubulidentata*.

Później nieco niż nieparzystokopytne, oddzieliły się od drapieźców parzystokopytne i dziś doszły do rozkwitu szczególnie w grupie przeżuwaczy.

Wspomniałem poprzednio, że małpki powstały z owa-
dożernych. Mianowicie już z eocenu znaną jest grupa *Anapto-*
morphidae, która przeszła stopniowo do życia na drzewach



Rys. 21.

Drzewo rodowe człowieka.

i w związku z tem przekształciły się w nich odnóża chodne
na ręce (rys 21). *Anaptomorphidae* dały początek małpkiom
Nowego i Starego Świata. Z małpkiami Nowego Świata wy-

wodzą się wspólnie małpy szerokonose, natomiast genealogja małp wąskonosych nie jest do dziś jeszcze ustalona. Dobrze znamy jednak gałąź człekokształtnych, którą łączy z *Anaptomorphidae* forma *Pliopithecus*. Zwierzę to jest spokrewnione z jednej strony z małpami człekokształtnymi, przez gibbona zaś z szympansem, gorylem i orangiem. Z drugiej strony potomkiem jego jest człowiek jawański *Pithecanthropus erectus*, który rozszedł się po rozległych przestrzeniach i w Europie znany jest pod nazwą *Homo heidelbergensis*. Podobieństwo tych dwu form morfologiczne i czasowe jest tak wielkie, że Werth proponuje wspólną nazwę dla nich *Pitecantropus heidelbergensis*. Pomiedzy człowiekiem z Heidelbergu a współczesnym żyli kolejno po sobie człowiek z Neandertalu, Aurignac i Crô-Magnon.

Ciekawą jest rzeczą, dlaczego małpy człekokształtne nie zdołały rozprzestrzenić się szeroko, natomiast człowiek wszędzie dotarł. Schifferdecker próbuje to wytłumaczyć na podstawie badań histologicznych. Małpy człekokształtne mieszkają w okolicach o stałej mniej więcej przez cały rok temperaturze. Gdyby znalazły się w okolicach o temperaturze choćby przejściowo tylko wyższej, nie mogłyby odpowiednio regulować temperatury swego ciała, ponieważ potrzebne do tego organy — gruczoły potne — są słabo u nich rozwinięte. Natomiast człowiek gruczoły te posiada, może więc z łatwością znosić znaczne podskoki temperatury.

Gdyby dokładnie prześledzić historję rozwoju ssaków, możnaby zauważyć, że pewne grupy pojawiają się nagle i nagle znikają, inne rozwijają się zwolna i znowu powoli giną; niema zwierząt, któreby stale stały u szczytu rozkwitu. Istnieją więc oczywiście jakieś przyczyny, które powodują ich zagładę i zanik. Pomiedzy innymi podaje się, że katastrofy elementarne, n. p. powódź, wybuch wulkanu, pożar stepów, posucha, mogą wytepić doszczętnie zwierzęta na pewnym obszarze ziemi. Obszar ten jednak, przeważnie niewielki, rzadko nakrywa się z całym obszarem zamieszkałym przez jakiś gatunek ssaków. Dlatego też zwierzęta, wytepione w miejscu katastrofy, odradzają się z osobników zamieszkujących okolice nią niedotknięte.

Wiemy, że choroby n. p. „nagana“, wywołane przez ukąszenie muchy *Glossina morsitans*, uniemożliwiają pobyt nie-

którym zwierzętom domowym w Afryce południowej. Że choroby podobne do wspomnianej mogły dziesiątkować ssaki epok ubiegłych, mamy pełne prawo przypuszczać, albowiem znamy kopalną muchę *Glossina oligocena* z miocenu Colorado, która mogła przenosić choroby zakaźne na różne zwierzęta.

Bezwątpienia wielką rolę przy zanikaniu pewnych grup zwierzęcych grają drapieżce, jak to się stało w pliocenie Ameryki Południowej, kiedy *Machairodontidae* wtargnęły z północy i wytępiły większość wielkich ssaków. W czasach nam współczesnych stało się za sprawą człowieka coś podobnego na Jamajce. Tam sprowadzono do walki ze szczurami ichneumona indyjskiego *Herpestes mungo*. Drapieżca ten wytępił w krótkim czasie prócz szczurów kilka gatunków ptaków, 5 gatunków węży, 20 jaszczurek i kilka żółwi. Owady, wyzwolone od wrogów, rozmnożyły się tak, że stały się plagą ludności.

Jednakże najważniejszym czynnikiem, decydującym o zmianie charakteru fauny, jest zmiana warunków klimatycznych. Zmiany te odbywają się bowiem na olbrzymich przestrzeniach i pociągają za sobą zmiany flory; z jej jakością wiąże się znowu pośrednio lub bezpośrednio życie ssaków. Zastanówmy się nad tem, co czeka faunę stepu, kiedy dzięki zmianie klimatu step porośnie lasem. Część zwierząt może ratować się ucieczką w okolice, gdzie step nie przestaje być stepem. Inne, dzięki pewnym modyfikacjom, dostosowują się do pobytu w lesie. Inne wreszcie, które nie mogą uciec z zagrożonego miejsca, ani dostosować się do zmienionych warunków życia, muszą wyginąć. Zjawisko to powtarzało się wielokrotnie na kuli ziemskiej i przy zestawieniu form, które wyginęły, pokazuje się, że ginęły zawsze zwierzęta wyspecjalizowane wysoko w pewnym jednym kierunku, utrzymywały się zaś te, których organizm był doskonałe, ale harmonijnie rozwinięty.

Literatura.

1. Abel O. — Die Vorzeitlichen Säugetiere. Jena 1914.
2. Franz V. — Geschichte der Organismen. Jena 1924.
3. Osborn H. I. — The age of mammals. New York 1910.

Z Zakładu Anatomji Porównawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Intracellularna symbioza u zwierząt.

Zagadnienia symbiozy w świecie zwierzęcym znane są od dość dawna. O pewnej stałej współzależności życiowej między ukwiałem *Adamsia*, a rakiem-pustelnikiem (*Pagurus*), między krabem *Dromia* a gąbką *Suberites* wiedziano już w połowie ubiegłego wieku i odtąd przypadki te (obok kilku innych) izolowane są pospolicie jako przykłady symbiozy w świecie zwierzęcym. Z tego też okresu czasu pochodzą badania nad symbiozą wśród roślin, gdzie przez czas długi na plan pierwszy wysuwała się sprawa porostów (*Lichenes*), gdzie — jak wiadomo — łączność między grzybami i wodorostami interpretowano jako klasyczny przykład zjawisk symbiotycznych w świecie roślinnym.

Liczba przykładów symbiozy wzrastała jednak nader powolnie. Przez dłuższy czas sądzono, że są to wogóle przypadki wyjątkowe. Na przeszkodzie stanęła tu poniekąd trudność objaśnienia tych zjawisk bez uciekania się do dość naiwnej teleologii, a niekiedy nawet grubego antropomorfizmu. Odnośne zagadnienia nasuwają bowiem przedewszystkiem pytanie o celowości tych urządzeń, o wzajemnym pożytku wzgl. szkodliwości obopólnego oddziaływania. Tutaj też pojęcie symbiozy zahacza dość silnie o inne pojęcia biologiczne, pasorzytnictwa, kommensalizmu, biocenozy. Żadne z nich nie ma jeszcze i — kto wie czy może osiąść — dokładną ddiagnozę, sformułowanie, któreby pozwoliło pojęcia te rozgraniczyć i poszczególne przypadki podzielić według kategorii. Zawadza nam tu właśnie to pytanie o celowości, którego staramy się zawsze uniknąć w rozpatrywaniu zjawisk biologicznych i co nam się dość dobrze udaje, gdy mamy do czynienia z poszczególnym organizmem we wszystkich — nawet pozornie najbardziej skomplikowanych — przypadkach jego osobistego życia. Unikamy wzgl.

omijamy tę trudność nawet tam, gdzie stosunek między dwoma ustrojami jest jawnie wrogi jak to bywa w większości zjawisk pasorzytnictwa. Ta wrogość — niekiedy tylko myślowo wydedukowana — ułatwia nam traktowanie ustrojów (pasorzyta i żywiciela) jako istot odrębnych, z których każda dąży do usamodzielnienia się, do opanowania przeciwnika, słowem do indywidualizowania się. I choć niezawsze zdobywamy obiektywne dane do takiego ujmowania zagadnień pasorzytnictwa, taka ocena tkwi prawie zawsze, jako założenie myślowe i leży u podstawy wszystkich dajnoz tego pospolitego zjawiska. Znacznie już większa trudność zjawia się przy rozpatrywaniu i analizie zjawisk kommensalizmu, biocenozy i symbiozy. Stosunek dwojga ustrojów oceniany tu jest jako obojętny, wzgl. przyjazny. O ile pierwsze przypadki stanowią kategorię pośrednią, niejako niezdecydowaną, mogącą się przechylić w następstwie w dwóch kierunkach, o tyle ta druga postać stosunku przyjazna, ma już charakter wybitnie integracyjny i wyraża tendencję do zaniku niezależności osobowej. Przyjaźń zespała. Jak daleko może pójść to zespolenie? Na jakim obopólnym kontrakcie jest ono oparte? Jakie konsekwencje pociągnie za sobą rozłączenie? Te pytania — tak bardzo ludzkie — nasuwają się same przez się i do pewnego stopnia wytykają nam kierunek badania naukowego. Czy słusznie? Odpowiedź na to pytanie mogła by dać tylko teoria poznania, gdyby zechciała wziąć tematy biologiczne za punkt wyjścia swych rozważań. Ona też mogłaby nam zastąpić je przez inne. Na dziś jednak narzucają się nam one z siłą nieprzepartą i zarazem fatalną, gdyż odpowiedzieć na nie możemy tylko pod kątem widzenia naszych ludzkich wyobrażeń o wzajemnym stosunku do siebie dwóch odrębnych istnień.

To też pewne ożywienie do zagadnień symbiozy wprowadzili ci z pośród badaczy, którzy zajęli się symbiotycznymi objawami współżycia zwierząt i roślin, a szczególnie tych „niższych“ przedstawicieli świata roślinnego, jak np. grzybów, bakterij i glonów, gdzie pojęcie indywiduum nie narzuca się tak bezwzględnie i gdzie przy masowym pojawie symbiontów tego typu w zwierzętach (ściślej w osobniku zwierzęcym) sprawa cała zatracą (przynajmniej pozornie) ów ostry kontur indywidualny jednego z partnerów; nader często bowiem osobnikowi zwierzęcemu można przeciwstawić nie drugi, symbiotyczny od-

rębny ustrój, ale kolektyw roślinny, gdzie granice indywidualne są, przynajmniej w zakresie funkcjonalnym, dość mocno zatarte.

Podkreślić należy, że myśl o symbiozie świata roślinnego i zwierzęcego przez czas długi zahamowana była przez swoiste pojęcie „chlorofilu zwierzęcego“, bowiem zielone wodorosty jednokomórkowe, ich stałe występowanie w niektórych zwierzętach zostało zauważone wcześniej niż to się stać mogło z wykryciem i oceną symbiontów grzybnych. Pierwszym, który ruszył to zagadnienie z martwego punktu, na którym postawił je Siebold w r. 1849, przyjmując istnienie specyficznej zieleni zwierzęcej, był rodak nasz Cienkowski. W r. 1871 wypowiedział on pogląd, poparty zresztą dokładną obserwacją stosunków panujących u promienic (*Radiolaria*), że glony (dzisiejsze *Zooxantellae*) spotykane w plazmie promienic mogą tworzyć pływki, że są to więc samodzielne organizmy roślinne. Przy ówczesnym braku rozgraniczeń pojęciowych w tej dziedzinie uznał je Cienkowski za pasorzyty. Pogląd na istnienie specyficznej zieleni zwierzęcej został więc poderwany. Droga dalszych studjów nad temiż promienicami Brandt w r. 1881 dochodzi do wniosku, że zjawisko tego współżycia określić można jako „Zusammenleben von Tieren und Algen“. Podstawy pod pojęcie symbiozy świata zwierzęcego z roślinnym zostały rzucone. W dalszym toku badań liczne przykłady różnych grup zwierzęcych potwierdzały tezę o tej postaci symbiozy tak dalece, że badacz rosyjski Famin cyn uznał za możliwe wypowiedzieć pogląd, iż symbioza jest tą drogą, po której świat organiczny idzie w swym rozwoju filogenetycznym, że mamy tu przed sobą przykłady syntezywania się jednostek prostych, indywidualnych w zespoły biologiczne wyższego rzędu.

Pomimo tak ponętnej hipotezy i coraz to większego zasięgu odnośnych badań nauka o symbiozie nie znajdowała „wyjścia“ na szeroki świat problematów biologicznych. Niedolą jej było (a jest nią poniekąd i dziś) to, że wielka liczba przypadków ma charakter nazbyt jednostajny, a brak danych porównawczych utrudniał interpretację tych zjawisk poza owe ramy dawniej już zbudowane z przesłanki, że glony znajdują „ochronę“ w zwierzętach, te zaś „tanim kosztem“ otrzymują pokarm węglowodanowy, syntezywany przez barwniki roślinne wodorostów.

W tych warunkach odkryciem nie małej doniosłości było zwrócenie uwagi na swoiste utwory spotykane u owadów i stwierdzenie, że mamy tu do czynienia ze zjawiskami stałej, niekiedy nawet, powiedziałbym „dziedzicznej“ symbiozy. Tym razem chodziło o bakterje, szczególnie zaś o grzyby.

Już i dawniej entomologowie zwracali uwagę na obecność grzybów i bakteryj w owadach. Blochmann, badając rozwój mrówek i karaczanów (1884, 1887) przyszedł do przekonania, że jajka (u mrówek) i ciało tłuszczowe (karaczanów) stale zawiera bakterje, które nie mają tu charakteru toksycznego. Według Lindnera (1895) mikroorganizmy spotykane u tarczyczków (*Coccidae*) należą do drożdżaków (*Saccharomycetes*). Karawajew (1899), a później Escherich (1900) znajdowali w jelicie chrząszczyka *Anobium* mikroorganizmy, które pierwszy interpretował jako wiciowce, drugi zaś rozpoznał w nich symbiotyczne drożdże. Były to jednak *curiosa sui generis*, bowiem żaden z autorów nie zaznaczał ani prawidłowości ani bezwzględnej konieczności sprzężenia biologicznego dwóch gatunków.

Na tym tle nabrało szczególnego znaczenia jednoczesne odkrycie przez Pierantoni'ego (Neapol) i Šulca (Praga) specjalnych organów w ciele mszyc i tarczyczków. Zagadnienie jakby „wisiało w powietrzu“ i to też Pierantoni podał je do wiadomości dn. 6 lutego, w Società dei Naturalisti in Napoli, zaś w 5 dni potem dn. 11 lutego Šulec zgłosił ją do Czeskiego T-wa Naukowego. Organy znalezione u owych mszyc oznaczył Šulec jako *mycetomy*, zaś komórki, w których zawarte były symbiotyczne grzyby nazwał *mycetocytami*.

Wymienione obserwacje stały się w nauce o symbiozie punktem zwrotnym. Pociągała tu stałość, prawidłowość zjawiska i związek ścisły, niejako „organiczny“ między symbiontami. Odtąd stały się owady terenem licznych poszukiwań, które wkrótce przerosły swą liczbą i znaczeniem objawy symbiotyczne innych grup zwierzęcych z ich jednostajnymi glonami. Zyskałiśmy materiał porównawczy, tem donioślejszy, że chodziło tu również o organizmy „pierwotne“, niejako jednokomórkowe, występujące masowo. Podczas gdy symbioza glonów ograniczała się do zwierząt wodnych, w owadach zyskałiśmy materiał lądowy, niesłychanie różnorodny, gdzie przy wielostronności przystoso-

wań wśród grzybów i bakteryj można się spodziewać materiału porównawczego, który pozwolił na skuteczniejszą interpretację zjawisk symbiozy i wyciągnięcie wniosków, sięgających do samej istoty tych spraw. Już dziś bowiem, choć mamy materiał ułamkowy, można już jednak przewidywać, że współżycie i współzależność, z jakimi tu mamy do czynienia, wyświetlą niejedną zagadkę, dotychczas nierozwiązaną.

I. Symbioza glonów.

Od chwili odkrycia przez Cienkowskiego samodzielnej natury glonów jednokomórkowych w promienicach (*Radiolaria*) badania odnośnie szybko postępują, a liczba zwierząt, które okazują się być symbiontami tych alg wzrasta z roku na rok. Już Brandt rozróżnił ich dwa rodzaje w zależności od barwy zielonej lub żółtej jaką posiadają same i jaką przez swą obecność nadają swym współtowarzyszom. Pierwsze z nich (zielone) oznaczył jako *Zoochlorellae*, drugie (żółte) nazwał *Zooxanthellae*. Dotychczas niestety nie wyszliśmy poza te pojęcia. To też używamy tych nazw rodzajowych raczej jako pojęć zbiorowych, niż jako terminów ściślej systematyki. Jednostajność tych ustrojów utrudnia dotychczas wprowadzenie ściśłych i stałych nazw gatunkowych.

Natomiast liczba gatunków zwierzęcych udzielających swej „gościny“ owym zoochlorellom i zooxanthellom jest już dziś znaczna i wymaga dla omówienia podziału systematycznego.

Pierwotniaki. Na plan pierwszy wysunęły się tu promienice, głównie zresztą ze względów historycznych. Już Huxley i Joh. Müller widzieli utwory te, jakkolwiek nie oceniali ich tak, jak to później dopiero uczynił Brandt, wskazując na fakt, że *Radiolariae* zawierają wyłącznie *zooxanthellae*, które gromadzą się zazwyczaj wokół *capsula centralis*, w piankowej, ekstrakapsularnej plazmie, gdzie łatwo dostrzec można ich podział. W otoczce macierzystej często zauważyć się daje bródka na powierzchni plazmy wodorostu, następnie wyraźny podział na dwie a często i na cztery potomne *zooxanthellae*, które produkują swą własną błonę, zanim jeszcze pękła błona komórki macierzystej. Tą drogą może jedno indywiduum dać początek całej tej masie, jaka w następstwie ujawnia się często w callymmie promienic.

Błędnem okazało się przypuszczenie, że pewne gatunki promienic stale zawierają *zooxanthellae*. Jest jednak faktem, że wśród promienic spotykają się trzy kategorie różniące się swym stosunkiem do symbiotycznych glonów. Jedne odnoszą się do nich wręcz wrogo i wprost nie przyjmują ich, drugie zawierają *zooxanthellae* tylko okolicznościowo, są więc niejako obojętne, trzecie wreszcie (algofilne) zazwyczaj zawierają w sobie wodorosty i to często w dużej liczbie (po 50 do 100 osobników). Do rodzajów odznaczających się szczególną algofilją zaliczyć należy rodzaje: *Collozoum*, *Sphaerouzoum*, *Collosphaera*, niektóre gatunki *Thalassophila*, *Thalassophysa* i t. d. *Acanthometridae*, jedna z większych rodzin promienic zdaje się zawierać nawet symbionty tej samej kategorii, jednak jakgdyby bardziej zróżnicowane; kto wie, może jest to nawet swoisty gatunek rodzaju *Zooxanthella*. Wskazuje na to okoliczność, że niekiedy spotykamy je tam wewnątrz *capsula centralis*, gdzie leżą przyciśnięte do błony oddzielającej plazmę centralną od calymmy, oraz ujawniają odmienną reakcję mikrochemiczną. Dotychczas nie udało się utrzymać ich przy życiu po śmierci promienicy, co jest jednak możliwe w innych przypadkach, jak to już wykazał wspomniany Cienkowski.

Z innych pierwotniaków, dających przytułek żółtym glonom wymienić należy przedewszystkiem otwornice, klasę skłoną w dużym stopniu do symbiozy tego typu, gdyż mieszczą one w sobie równie często *zooxanthellae*. Pojemność ich dla symbiontów jest znacznie większa niż u promienic. W małym egzemplarzu *Peneroplis* znalazł Winter przeszło 20.000 tych żółtych kulek, większe zaś zawierają ich nieraz przeszło 100.000. Większość ich żyje jednak w symbiozie z zoochlorellami, a już Brandt wyraził pogląd, że gatunki z zielonemi glonami spotykają się głównie w powierzchni planktonu, zaś żółte i brunatne glony szukają swych żywicieli w głębszych warstwach wody. Byłoby to zresztą zgodne i z tem, co wiemy o rozmieszczeniu wielokomórkowych glonów w morzach.

Podatność nagich ameb do symbiozy wewnątrzkomórkowej jest dość powszechnie znana. *Amoeba viridis* zawdzięcza swą nazwę właśnie masowemu współżyciu z zoochlorellami. Związek ze światłem i z asymilacją daje się tutaj stwierdzić w doświadczeniu, bowiem pełzak ten hodowany w niedostatecznym

oświetleniu traci powoli barwę i symbionty jego zanikają. Poznano też zjawisko „zarażania się“ korzenionogów, które zazwyczaj tracą swe symbionty w czasie encystacji, aby je potem zdobywać na nowo. W licznych przypadkach widzimy *zoochlorellae*, jak żyją w wodzie swobodnie i przy sposobności przenikają do odpowiednich gatunków pełzaków. Do flein wychodował sobie zielone osobniki *Amoeba vespertilio*, karmiąc je plazmą poszarpanej *Frontonii (Ciliata)*, gdzie glony te często się spotykają.

Rzęskowce (*Ciliata*) bowiem nie stanowią wyjątku wśród pierwotniaków. *Paramaecium bursaria* stanowi tu zazwyczaj klasyczny przykład, a jego *zoochlorellae* stanowią jedną z podstaw diagnozy gatunkowej. Znane też są przypadki kiedy (np. u *Spatostylla sertulariarum*) *zoozanthellae* przechodzą przy podziale w równej liczbie do osobników potomnych, a więc podlegają niejako jednocześnie bodźcom podziałowym swego symbiotycznego partnera.

Ale i tutaj symbioza nie jest jeszcze warunkiem *sine qua non* bytu gatunkowego jeśli się zważy, że bywa ona zależna od czynników lokalnych, niejako geograficznych. Niekiedy nawet i *Paramaecium bursaria* może istnieć bez symbiontów, zaś np. *Ophrydium versatile*, które w Europie zachodniej ma zawsze skutek symbiozy barwę zieloną istnieje na Wschodzie Europy w postaci kolonji białych. Takiej też barwy było *Ophrydium hyalinum* Wrz. (= *O. eichhorni* Ehrbg.) znalezione przez Wrzeźniowskiego w Warszawie (1877).

Samodzielność życiowa tych glonów została wielokrotnie dowiedziona. Już Cienkowski widział pływki swych „pasorzynicznych“ form pochodzących z promienic. Później i Brandt dokładnie opisał dwubiczykowe *zoozanthellae*, wypływające ze swych twardej torebek z chwilą, gdy zamierał ich partner symbiotyczny (*Collozoum fulvum*) (rys. 13), a Winter obserwując stałą wędrówkę swych wodorostów z *Peneroplis*, scharakteryzował je nawet ściślejszą nazwą systematyczną, zaliczając je do rodzaju i gatunku *Cryptomonas Schaudinni*.

Gąbki. Skłonność gąbek do różnych form współżycia z innymi ustrojami jest notowana oddawna. Nawet glony wielokomórkowe wchodzą tu nader często w grę, jak to się dzieje u pospolitej słodkowodnej *Ephydatia fluviatilis*, której

barwa zielona w jeziorach sumatrzańskich zależy od „infekcji“ przez *Trentepohlia spongophila*, glonu który wśród igieł gąbki tworzy nawet swe sporangja. Najczęściej jednak zielone lub żółte zabarwienie swe zawdzięczają gąbki glonom intracellularnym, owym zoochlorellom i zooxanthellom, o których była mowa wyżej. Skrobia często obficie spotykana w parenchymie gąbek ma — zdaniem niektórych autorów — zawdzięczać swe



Rys. 18.

Zooxanthellae z promienicy *Collozoum fulvum*, opuszczające swe torbki w formie pływek. Według Brandta.

pochodzenie tym symbiontom. Symbionty te są najczęściej bardzo drobne i wypełniają komórki pełzakowate miększu. Udało się nawet hodować je pod szkiełkiem pokrywkowym, przez co wykazano ich samodzielność życiową. Rozmieszczenie tych wewnątrzkomórkowych symbiontów nie jest jednak tak prawidłowe, jak to bywa u innych tkankowców. Stąd często spotykane różnice zabarwienia różnych okolic gąbki, w zależności od ekspozycji świetlnej poszczególnych części ciała.

Choć mało jeszcze wiemy o „zarażaniu się“ gąbek symbiontami to jednak ustalono, że pączki wewnętrzne (*gemmulae*) z których się gąbki odradzają na wiosnę nie zawierają symbiontów. Nawiazanie stosunków musi więc następować za każdym razem na nowo. Podobnie rzecz się ma niewątpliwie i z jajkami gąbek.

Jamochłony. Wszystkie klasy jamochłonów objawiają tendencję do symbiozy wewnątrzkomórkowej, choć w stopniu nierównym. Najliczniej występuje to zjawisko u koralowców, potem u stułbiopławów. Z żebropławów notowano dotychczas tylko jeden gatunek (*Euchlora rubra*). *Zoochlorellae* jak i *zooxanthellae* są tu na równych prawach u gatunków morskich. Słodkowodna hydra (*Hydra viridis*) zawdzięcza swą barwę zoochlorellom. Kształt tych symbiontów jest tak jak i w poprzednich przypadkach nad wyraz jednostajny: kulki żółte lub zielone, o średnicy kilkunastu mikronów. Niekiedy gęsto, jak np. u naszej stułbi zielonej wypełniają one komórki

entodermy, skupione szczególnie na stronie bazalnej. Komórek o budowie wyraźnie gruczołowej symbionty jednak unikają. Tam gdzie układ gastro-vascularny różnicuje się na różne odcinki najobfitsze nagromadzenie symbiontów spotykamy w rozgałęzieniach żołądka centralnego. U stłubiopławów symbionty przeważają u form polipoidalnych, w meduzach są rzadsze. Nawet tak osobliwie przekształcone polipy, jak gastrozoidy i daktylozoidy u *Hydrocorallinae* nie są wolne od symbiontów, a mają je również i polipoidalne osobniki rurkopławów jak *Velella* i *Porpita*, gdzie stwierdzono ich obecność nawet poza entoderma. U koralowców *zooxanthellae* gromadzą się obficie w przegrodach (septa), gdzie tworzą niekiedy całe, zwarte skupienia. Takie „pasma symbiontów“ (*Zooxanthellenstreifen*) tworzą się też na niciach śródjelitowych, tworząc tym sposobem jakby rodzaj organów szczególnych, które przez analogję z mycetomami owadów proponowałbym nazwać algotomami, podobnie jak komórki mieszczące symbionty możnaby nazwać algocytami (w pendant do mycetocytów).

Probowano również systematyki tych glonów, choć różnice morfologiczne okazały się tu bardzo nieznaczne, często wprost wątpliwe. Udało się jednak wykryć pewne pierwociny zróżnicowania biologiczno-fizjologicznego, polegające na bądź większej bądź mniejszej zdolności wyzyskiwania źródeł węgla lub azotu, różnej zdolności do produkcji chlorofilu, wreszcie — na różnicach w rozmnażaniu. Podstawy to jednak nader kruche, a nazwy gatunkowe jak *Chlorella vulgaris* Beijering, *Chl. protothecoides* Krüger, *Chl. pyrenoidosa* Chick i t. p. nie przyjęły się powszechniej. Możnaby tu conajwyżej mówić o dwóch formach rodzajowych, dających się niekiedy wyróżnić na podstawach morfologicznych: *Cryptomonas* i *Chlorella*.

Faktem większego znaczenia jest to, że wszystkie te zwierzęta, które swą barwę zieloną zawdzięczają zoochlorellom — wydzielają tlen. Już dawniej (1840) zauważono, że zielone *Spongillae* produkują pęcherzyki gazu, którego jednak wówczas nie zanalizowano. Gaz ten u zbadanego dokładniej wirka (*Convoluta roscoffensis*) zawierał 45—55% czystego tlenu. Gdy badano wymianę gazową różnych ukwiałów to zawsze okazywało się, że produkcję tlenu można było stwierdzić tylko u tych

osobników, wzgl. odmian gatunkowych, które zawierały w jelicie większe zbiorowiska omawianych symbiontów.

Wpływ tego tlenu jest dla życia żywicieli¹⁾ dość doniosły. Widać to szczególnie na zwierzętach trzymanyh w akwarjach, gdzie np. żyjąca w symbiozie *Cassiopea* przeżywa przez całe tygodnie, podczas gdy *Pelagia*, biologicznie dość podobna, jednak zawsze wolna od symbiontów, ginie po upływie 1—2 dni. Podobną zresztą odporność w sztucznych, źle wentylowanych, kulturach stwierdzono również i dla otwornic, podczas gdy osobniki symbiotyczne hodowały się znacznie dłużej i lepiej.

Szereg doświadczeń nad wpływem tego tlenu na przemianę materji żywicieli symbiotycznych glonów, choć nie zawsze jednoznaczny, stwierdza jednak niewątpliwy wpływ (najczęściej dodatni) symbiontów na ich partnerów życiowych.

Robaki, szkarłupnie, mięczaki. Możemy te typy omówić tu wspólnie, ile że wiadomości z tej dziedziny są naogół skąpe i dość jednoznaczne. Chodzi tu o te same wzgl. bardzo podobne gatunki symbiontów wewnątrzkomórkowych.

Z robaków wchodzą tu w grę tylko wirki (*Turbellaria*), z których szczególnie dobrze zbadany był przez Graffa, a potem Keeble'a i Gumble'a gatunek morski *Convoluta roscoffensis*, zawierający liczne *zoochlorellae*. Zielone te kuleczki gromadzą się tu obficie w mezenchymie, wypełniające przestrzeń między skórą i jelitem. Żółtniki (*vitellaria*) bywają niekiedy również szczelnie wypełnione przez symbionty. Należy podkreślić, że inne rodzaje tej klasy np. (*Vortex*, *Mesostoma*) i inne mieszczą nierównie mniejszą liczbę symbiontów. Daje się więc w tej klasie zauważyć jakby stopniowe, powolne pogłębianie się tego swoistego sprzężenia biologicznego, które osiągnęło u *Convoluta* swoje obecne *maximum*.

Ściśle mówiąc nie jest ta symbioza symbiozą intracellularną, gdyż glony gnieźdzą się tu raczej w przestrzeniach międzykomórkowych (intercellularnych). Nie zmienia to jednak w niczem jej istoty, t. j. wpływu na przemianę materji w sensie wyżej omówionym.

¹⁾ Wyraz ten, zaczerpnięty bezpośrednio z parazytologii, nie jest zupełnie odpowiedni. Używam go tymczasowo zamiast przydługiego i nie zawsze dość jasnego określenia „partner symbiotyczny“.

Podczas gdy u jamochłonów symbionty były najściślej „dziedziczne“, przechodziły bowiem bezpośrednio na jajko i towarzyszyły żywicielowi przez cały czas ontogenezy, widzimy u wirków potrzebę „zaopatrzenia“ się w swych partnerów życiowych dopiero później. Zyskuje je dopiero młody, już uformowany ustrój. Kokony z których wypełniają małe bezbarwne robaczki są zazwyczaj pokryte większą lub mniejszą ilością komórek glonowych, pochodzących z ustroju matki, gdzie formował się kokon. „Zarażenie“ następuje bądź przez te komórki, bądź też przez podobne do nich, lecz bezbarwne symbionty, które przedostają się do entodermalnego syncytium, reprezentującego, jak wiadomo układ pokarmowy tych bezjelitowych wirków. Takie bezbarwne symbionty wytwarzają później leukoplasty zielone i rozmnażając się, z biegiem czasu nadają *Convolute* tę ciemno-zieloną, szpinakową barwę.

Zaliczenie tych symbiontów do systemu glonów nie jest jeszcze w pełni możliwe. Poznano jednak ich czterowiciowe, flagellarne stadium oraz budowę ich leukoplastów. Niektórzy z autorów zaliczyć je chcą do *Chlamydomonadidae* i stawiają je w sąsiedztwie rodzaju *Carteria*.

Obok *zoochlorelli* znane są tu również i *zooxanthellae*, przy czym u niektórych wirków (np. u *Enterostomum*) znajdujemy je w komórkach jelitowych.

Stosunki przemiany materji są u rodzaju *Convoluta* szczególnie skomplikowane i związane z symbiozą. Możliwym byłoby w całości wyodrębnić ich metabolizm wyróżnić dość ciekawe cztery fazy, kolejno po sobie w życiu zwierzęcia występujące:

1. Odżywianie heterotroficzne (przyjmowany jest pokarm uformowany; różne drobne organizmy);
2. Odżywianie miksotroficzne (pobierają pokarm uformowany oraz produkty życia symbiontów);
3. Odżywianie holofityczne (karmią się wyłącznie produktami glonów);
4. Odżywianie autotroficzne (zużytkowanie plazmy symbiotycznych glonów).

Pogląd taki mógłby służyć jako pewna hipoteza pomocnicza przy studiach nad innymi przypadkami symbiozy wodnorostów.

Symbioza z wodorostami (tegoż samego typu) spotykana była u mszywiolów (*Zoobothrion*), szkarłupni (*Echinocardium*), larw strzykw, gdzie spotykano *zooxanthellae*, oraz u mięczaka tyłoskrzelnego *Elysia viridis*, gdzie mamy do czynienia z *zoochlorellami*. Sprawy te jednak są dotychczas zbyt mało zbadane, aby można je traktować jako zjawisko równorzędne z przypadkami wymienionymi poprzednio.

II. Symbioza bakteryj i grzybów.

Obydwa te typy mikroorganizmów symbiotycznych spotykają się głównie u zwierząt lądowych, grzyby zaś wyłącznie u owadów.

Obojętne, wzgl. pożyteczne formy bakteryj znane są zdawna, narówni z rozmaitemi pierwotniakami, jak wiciowce i rzęskowce, których symbiotyczne oddziaływanie na ustrój żywicielski rozszerzamy dziś na coraz to liczniejsze grupy przypadków. *Bacterium coli* — w jelicie człowieka, *Hypermastigina* (wiciowce) — u termitów, *Oligotricha* (rzęskowce) z żołądka przeżuwaczy mają niewątpliwie sposób oddziaływania symbiotyczny w stosunku do swych żywicieli. Jednak nie są to symbionty wewnątrzkomórkowe; ich specyficzność (głównie fizjologiczna) jest jednak dowodem najściślejszego zespolenia, podobnie jak to widzimy w omawianej grupie zjawisk symbiotycznych.

Symbiotyczne bakterje znane są wprawdzie i u zwierząt wodnych. Pełzaki jak np. *Pelomyxa* stale zawierają ich pewną liczbę. Prawidłowe zespoły symbiotycznych bakteryj opisał też Mercier (1911) u ślimaka lądowego *Cyclostoma elegans*, gdzie spotykają się one w komórkach, gromadzących koncentracje kwasu moczowego. Ich rola w likwidacji procesów ostatecznych metabolizmu białkowego wydaje się tu być, jeśli nie zupełnie pewna, to w każdym bądź razie wysoce prawdopodobna.

Jednak zupełna prawidłowość i stałość symbiozy bakterjalnej, intracellularnej, występuje w całej pełni dopiero u karaczanów (*Blattidae*), gdzie wszyscy przedstawiciele tej rodziny (a więc *Blatta*, *Phyllodromia*, *Ectobium*, — że wymienię tylko najpospolitsze) zawierają bakterje w swym ciele tłuszczowym.

Już dawniejsze badania embryologiczne (np. Chołodkowskiego nad rozwojem prusaka) pozwalały stwierdzić stałą obecność skupień bakterjalnych w żółtku i kazały nam przy-

puszczać wpływ tych skupień na procesy rozwojowe. Badania wspomnianego już Merciera umożliwiły nawet hodowanie tych specyficznych bakteryj, które wspomniany badacz ozna- czył jako *Bacillus Cuenoti*. Są to na ogół dość duże (1.6—9 μ) laseczkowate twory, niekiedy wypełniające gęsto komórki ciała tłuszczowego karaczanów. Tym sposobem w ciele tym, tak ważnym narzędzie metabolizmu owadów, spotykają się komórki dwóch typów: bakterjocyty (wypełnione bakterjami) oraz do- koła nich położone normalne komórki tłuszczowe. Jaka jest rola tych bakterjocytów? Ostatecznej odpowiedzi dać na py- tanie to nie możemy. Możliwość hodowania *Bac. Cuenoti* pozwoli zapewne znaleźć metodę doświadczenia, któreby umożliwiło od- powiedź. Rzadka naogół w świecie owadzim wszystkożerność karaczanów stanowić też może zaczepienie dla myśli, szukającej rozwiązania tego problemu.

Ścisłość omawianej symbiozy wyraża się głównie w tem, że już jajko obejść się tu nie może bez współżycia bakteryj. Zostaje ono zarażone jeszcze w czasie owogenezy przy po- średnictwie komórek folikularnych, które są dla bakteryj, wę- drujących tu ze swych bakterjocytów tłuszczowych, przepu- szczalne. Bakterje te rozmnażają się dość intensywnie na ma- terjale embryonalnym, pokrywając nieraz (jak to wykazał Heymons) całą smugę zarodkową u *Periplaneta*. Gromadząc się następnie w żółtku wokół witellogogów zdają się odgrywać ważną rolę w zużytkowaniu (przetworzeniu) całej masy żółtkowej.

Tak więc ich użyteczność dla karaczanów zdaje się być natury dwójakiej: w normalnej przemianie materji węglowoda- nowej (młode karaczany zawierają w bakterjocytach sporo gly- kogenu) oraz w czasie ontogenezy.

Blochmann już w r. 1884 zwrócił był szczególną uwagę na mrówkę *Camponotus ligniperda*, zawierającą w ścianie jelita środkowego osobliwe komórki, którym przypisywał znaczenie samoistnych narządów, ile że u innej mrówki (*Formica fusca*) udało mu się widzieć w larwach żeńskich podobne grupy komór- kowe w sąsiedztwie jajników. Dalsze studja odwróciły jednak nieco uwagę od tych ciekawych odkryć. Suggestja „mitochon- drialna“ pierwszego decenium naszego wieku spowodowała za- pewne, że autorzy, którzy znów z tym samym materiałem mieli do czynienia (np. Strindberg) interpretowali nagromadzone

w komórkach Blochmanowskich bakterje jako „mitosomy“. Ostatecznie jasne światło na stosunki panujące u *Camponotus* rzucił Buchner, oraz uczeń jego Hecht (1924), którzy dowiedli nietylko bakterjalnej natury tych komórek jelita środkowego, ale ponadto stwierdzili ścisły związek między bakterjami a całym życiem i głównie ontogenezą tej pospolitej mrówki. Systematycznego stanowiska omawianych bakteryj nie dało się stwierdzić. Nie można ich było ani izolować, ani hodować tak jak to było z *Bac. Cuenoti* u karaczanów. Tak się zresztą niestety, przedstawia sprawa z przeważającą większością symbiotycznych bakteryj i grzybów, których włączenie do systematyki wymaga, stosownie do dzisiejszych potrzeb obrazów ich fruktyfikacji, co się jednak przy dotychczasowych metodach hodowli i badania najczęściej nie udaje zupełnie.

Wszystkie pozostałe przypadki symbiozy owadów sprowadzają się według danych dotychczasowych do współżycia z grzybami, które od czasu przytoczonych na początku badań Šulca i Pierantoniego stało się jednym z ulubionych tematów poszukiwań bio-entomologicznych.

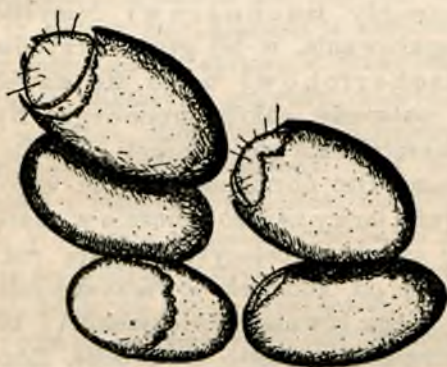
Znamy więc już sporą liczbę przypadków obejmujących wszystkie ważniejsze rzędy owadów: *Coleoptera* (*Anobiidae*, *Lampyridae*), *Diptera* (*Culicidae*), *Corrodentia* (*Pediculidae*), *Hemiptera* (*Homoptera*, *Heteroptera*, *Phytophthires*), wreszcie niektóre *Lepidoptera*. Jeśli dodamy tu opisane już zjawiska u mrówek (*Hymenoptera*) oraz u karaczanów (*Orthopterae*), to łatwo stwierdzimy, że cały prawie świat owadzi wciągnięty jest przez swych przedstawicieli w orbitę tej „syntezy organizmów“, jaką jest symbioza, szczególnie w swej intracellularnej postaci.

Jednym z dokładniej poznanych przypadków jest symbioza u *Anobiinae*. Drobne te chrząszczyki znane są ze swego życia i szkód, jakie powodują w drzewie. Są to ściśle wyspecjalizowane ksylofagi. Ślepe wypukliny ich jelita wypełnione stale grzybami widział najpierw Karawajew, rozpoznał dokładniej Escherich. Jednak dopiero ostatnie prace Buchnera rzuciły na te stosunki ciekawe światło, wiążąc sprawę symbiozy grzybów jelitowych z całokształtem procesów rozwojowych u pospolitego przedstawiciela tej podrodziny *Sitodrepa panicea*. W symbiozie żyje tu zarówno larwa jak imago. Siedliskiem grzybów jest tu, tak w jednym jak i drugim przypadku, jelito

środkowe, gdzie skupiają się, jak wiadomo, najważniejsze procesy chemiczne aktu odżywiania. Tuż za przełykiem zauważyć tu można parzyste ślepe worki, gdzie w komórkach, przerastających całymi grupami ku światłu tych worków znajdują się obficie nagromadzone grzyby, należące do niewątpliwych drożdżaków. Rozpoznanie Eschericha było więc słuszne. „Łezkowaty“ kształt oraz duży wodniczek nadają im wyraz dość typowy, a liczne stadja pośrednie pozwoliły Buchnerowi domyślić się ich rozmnażania drogą pączkowania, w tej grupie grzybów dość charakterystycznego. Escherichowi udało się nawet hodować te grzybki w 1% roztworze cukru gronowego. Na uwagę zasługuje tu fakt przekształcenia się komórek z chwilą, gdy staną się one mycetocytami. Oto normalne komórki entodermy jelitowej rozrastają się już u larwy bardzo znacznie w miarę mnożenia się grzybów, dzięki czemu mycetocyty osiągają rozmiary kilkadziesiąt razy większe od komórek towarzyszących. Prawidłowe pierwotnie jądro ulega również zwiększeniu i co więcej przybiera kontury nieregularne, często drzewiaste. Rozmnażanie ich dokonywa się amitotycznie. W przeciwieństwie do swych siostrzyc, tracąca mycetocyty charakterystyczną powierzchnią „szczoteczkę plazmatyczną“, czyli brzegowe pasemko strzępiastej entoplazmy. Słowem, wpływ grzybów na komórkę tej wypukliny jelitowej jest nader charakterystyczny i sięgający głęboko w jej funkcję i strukturę. Buchner zainteresował się szczególnie stałością występowania symbiontów u *Sitodrepa* i zbadał ich zachowanie się w ciągu ontogenezy chrząszcza. Okazało się, że grzyby zawarte w mycetocytach i mycetomach, za jakie uważać należy wspomniane wypukliny jelitowe, wędrują u imago wzdłuż jelita nazewnątrz. Można je widzieć już w świetle jelita larwy, przed metamorfozą. Ta wędrówka powoduje, że okolica genitalna znajdująca się w sąsiedztwie odbytu stale mieści na swej powierzchni dużą ilość grzybów.

Ponieważ Buchner stwierdził obecność symbiontów u zupełnie młodych, niedawno wyklutych larw przeto nasuwało się przypuszczenie, że infekcji podlega tu już jajko, jak to widzieliśmy z bakteriami u mrówek. Przypuszczenie okazało się błędne. Grzyby nie wędrują poza ścianę jelita i organy owogenezy są od nich wolne. Udało się natomiast stwierdzić, iż cała po-

wierzchnia skorupy jajowej zawsze obficie pokryta bywa grzybkami, zaś młode larwy po wykluciu się z jaja spożywają — jak to często bywa u owadów — kawałki lub nawet całą skorupę (rys. 14). Droga infekcji jest więc jasna. Chodziło teraz tylko o to, aby się przekonać, jakim sposobem grzyby tak obficie przyklejają się do skorupy jajowej? Objasnić nas o tem



Rys. 14.

Larwy *Sitodrepa*, wychodzące z jajka i pożerające skorupę jajową, a wraz z nią i grzyby, które pokrywają skorupę. Według Buchnera.

względnie ciało tłuszczowe, które obrasta te woreczki od wewnątrz, przeto pozostaje tylko przypuszczenie, że napęlniają się one grzybami wędrującymi z przewodu pokarmowego. Segment odbytowy wciągnięty do wnętrza umożliwia także



Rys. 15.

Część powierzchni skorupy jajowej *Sitodrepa* z pokrywającymi ją symbiontami. Według Buchnera.

może budowa końca odwłoka. Jak to często u owadów bywa, ostatnie segmenty odwłoka są tu zbudowane teleskopowo, t. j. wciągane zostają jeden w drugi. Na jednym z tych segmentów końcowych otwierają się nazewnątrz długie robakowate woreczki, należące do układu genitalnego samicy. Woreczki te są zawsze wypełnione symbiotycznymi grzybami. Ponieważ trzeba wyłączyć wędrówkę grzybów poprzez układ rozrodczy, do wnętrza umożliwia także bezpośrednie przechodzenie grzybów z jelita do omawianych worków, które stanowią jakby zbiorniki, skąd już jajka wychodzące przez przyległy przewód pochwowy zostają pokryte grzybkami, (ryc. 15).

Z omawianych stosunków rozwojowych nie wynika jednak objaśnienie, jaki jest cel tej symbiozy? Wpływ na metabolizm u tak jednostronnie i specyficznie drzewożernych owadów,

wydaje się być najbardziej prawdopodobny. Wiemy, że chrząszcze produkują fermenty, ułatwiające rozkład skrobi. Tej jednak suche drzewo (a takie jest pokarmem *Anobiinów*) zawiera niewiele. Bezkręgowce natomiast są — z nielicznymi wyjątkami — pozbawione zdolności rozkładania cellulozy i hadromalu, substancji stanowiących największą masę drewna. Nasuwa się więc myśl, że omawiane grzyby wytwarzają specyficzne enzymy, które proces trawienia cellulozy umożliwiają. Ksylofagi mają też trudności z dopływem związków azotowych. Kto wie, czy i w tej dziedzinie nie znajdują one pomocy ze strony swych symbiontów, bowiem dziś wiemy, że niektóre drożdżaki, a nawet pleśniaki mają możliwość wiązania azotu atmosferycznego. Ugruntowania tych przypuszczeń domagać się należy od chemii fizjologicznej, tem bardziej, że liczba owadów, pożerających masowo błonnik jest bardzo duża. Poza licznymi chrząszczami wchodzi tu w grę przede wszystkim larwy motyli.

Wiadomości nasze w tym rzędzie owadów, są nad wyraz skąpe. Badacz francuski Portier podjął szereg obserwacji, głównie nad larwami niszczącymi liście. W świetle jelita ksylofagów znalazł Portier całą obfitą mikroflorę, która jakoby ułatwia trawienie cellulozy. Sprawy te — zresztą sporne — mają dotychczas tylko pośredni związek z symbiozą wewnątrzkomórkową, jakkolwiek stadja rozwojowe owej mikroflory znajdował Portier również i w komórkach żywicieli.

W czasach ostatnich podjąłem i ja poszukiwania nad symbiontami u larw motyli, przyczem z dotychczasowych rezultatów wynika już niewątpliwie, że i tu mamy do czynienia z symbiotycznymi, wewnątrzkomórkowymi grzybami, wypełniającymi niekiedy obficie nabłonek jelita środkowego. Jeżeli dotychczas cała ta specyficzna symbiotyczna flora nie została dostrzeżona, to przypisać to należy głównie zapewne tej okoliczności, że stosowane zazwyczaj metody mikrotechniczne pozwalały tu na interpretowanie dostrzeżonych symbiontów jako normalnych inkluzji komórkowych. Odnosna praca moja wkrótce wyjaśni nieco bliżej tę sprawę.

Zjawiska symbiozy owadów z grzybami najobficiej występują u pluskwiaków (rys. 16), gdzie też najpierw zwróciły uwagę badaczy. Wszyscy embryologowie mszyc oddawna notowali w ich rozwoju specyficzny organ, względnie tkanekę,

umieszczoną w końcu odwłoka, a przylegającą do jelita, określaną pospolicie jako „*pseudovitellus*“. Już nazwa ta wskazuje na podobieństwo odnośnej struktury do żółtka jaj owadzie. U postaci dorosłych ciągnie się ów *pseudovitellus* począwszy od pierwszego segmentu odwłokowego z boków jelita, pomiędzy mięśniami, a boczne jego pasma ku tyłowi zrastają się nad jelitem końcowym. Szczególna ta tkanka „żółtkowa“ otoczona jest płaskimi komórkami, przez co tworzy odosobniony prawidłowy organ, w którym Šulc dopiero rozpoznał normalny, symbiotyczny „organ grzybny“, mycetom. Pirantoni'emu oraz Pieklo (Czechy), udało się z organu tego wyhodować grzyby, przyczem z badań ostatniego z wymienionych uczonych wynika, iż ów „*pseudovitellus*“, a ściślej — zawarte w nim grzyby, posiadają zdolność wiązania azotu powietrznego, co



Rys. 16.

Larwa *Cicada orni*. Na boku odwłoka przeświecają nagromadzone mycetomy. Według Šulca.

pozwaloby porównać ich rolę w organizmie mszyc z rolą owych grudek bakterjalnych (*Bacillus radicecola*), znanych na korzeniach roślin strączkowych (*Leguminosae*). Tutaj więc działanie symbiontów jest względnie wyjaśnione i daje pole do licznych dalszych obserwacji, przedewszystkiem nad zagadnie-

niem, w jaki sposób korzysta mszyca z nagromadzonego i związanego w mycetomie azotu.

Jak wiemy, mszyce bywają żyworodne i jajorodne. W obydwóch przypadkach przejście symbiontów na pokolenie potomne musi być odmienne. Sprawom tym poświęcił swą uwagę Buchner i jego uczniowie, przyczem ujawniły się ciekawe mechanizmy, które powodują, że już do jajka wędrują grzyby z mycetomu i że jeśli rozwój jaj (partenogenetycznych) odbywa się w ciele matki, to już bardzo wczesnie powstaje „mycetom“ zarodka, który odtąd towarzyszy już całemu procesowi ontogenezy. Już od blastodermy wyodrębnia się grupa komórek, które wkrótce utworzą syncytium, będące zawiązkiem przyszłego mycetomu. Syncytium owo wrasta w głąb żółtka i powoli napełnia się grzybami. Jest rzeczą ciekawą, że grzyby te wędrują (chemotaktyzm?) z owej masy *pseudovitellarnej*, czyli

z mycetomu matki poprzez nabłonek follikularny rurki jajnikowej, który do tego mycetomu przylega. Jajko, a obecnie już rozwijający się zarodek wysyła u wspomnianego syncytium rodzaj wypustki recepcyjnej („Empfängnisstügel“), która przenika poprzez *ad hoc* utworzony otwór w nabłonku folikularnym i przyjmuje napływające tędy kulki grzybowe. Wkrótce też mycetom zarodka jest gotów, choć sam zarodek jest jeszcze w stadium wysoce prymitywnem.

Podobny przebieg ma cały ten proces i u tarczyców (*Coccidae*), gdzie podobnie jak u mszyc mycetomy, względnie bakterjotomy są u wszystkich gatunków pospolite, jakkolwiek w dość różnej występują postaci.

Na uwagę zasługują też zjawiska symbiozy u owadów, karmiących się krwią, jak n. p. komary (*Culicidae*), wszy (*Pediculidae*), wreszcie pluskwa domowa (*Acanthia*).

Już Schaudinn (1904) zauważył, że zarówno *Culex* jak i *Anopheles* kryją w sobie stale pewien zapas mikroorganizmów (bakteryj), nagromadzonych w trzech ślepych wypuklinach przełyku. Wypukliny te zawierają również pęcherzyki gazu. Ilość bakteryj jest naogół przed ssaniem krwi niewielka, zwiększa się natomiast wyraźnie po pobraniu pokarmu. Wszystkie obserwacje nad aktem ssania przemawiają za tem, że w tym czasie bakterje i pęcherzyk sawny zostają wraz z niewielką ilością śliny wtłoczone do krwi ofiary. Znane podrażnienie skóry po ukłuciu komara, powstaje właśnie dzięki owym bakterjom, jak to wykazał Schaudinn na sobie i swym towarzyszu Prowazek'u, wszczepiając mu pod skórę wypreparowane wypukliny przełykowe komara. Obserwując zachowanie się tych grzybków w jelicie środkowem komara, podczas aktu trawienia krwi Schaudinn dostrzegł pewne etapy fruktyfikacji i na ich podstawie sądził, że chodzi tu o gatunek bliski rodzinie *Entomophthoraceae*. Grzyby tego typu stwierdzono również w jelicie larwy i nawet poczwarki komara, jednak sposób przenoszenia się ich z pokolenia na pokolenie, względnie sposób zaopatrywania się komarów w te grzybki, jest nieznan; odnośne wiadomości pozwoliły by nam wnikać głębiej w istotę tej symbiozy.

Wszy (*Pediculus*, *Phthirus*, *Haematopinus*), zawierają grzyby już nie w wypuklinach jelitowych, jak komary, lecz

raczej w formie odrębnych narządów, mycetomów, podobnie jak mszyce (rys. 17). Są one tak wyraziste, że już Swammerdam znalazł je i opisał u wszy jako „organ brzuszny“, ile że leży on w sąsiedztwie żołądka. To też domyślał się on roli wątroby w tym osobliwym narządzie. Organ ten leży w pętlicy jelita środkowego, przyczem już bardzo wczesnie u zarodka przyjmuje on to położenie, choć powstaje pierwotnie w postaci grupy komórkowej w tylnej części embrjona. Buchner poznał szczegóły i rolę mycetomu przy owogenezie. Okazało się, że zostaje tu zarażone grzybami już jajko, jednak w zupełnie inny sposób niż to bywa w innych znanych przypadkach (mrówki, mszyce). Jajko zaraża się nie pojedynczemi grzybami,



Rys. 17.

Symbionty wszy *Haematopinus urius*: a Mycetocyt wypełniony grzybami, — b Grzyby wyizolowane.
Według Buchnera.

lecz otrzymuje już gotowy mycetom, oddzielony od mycetomu matki (t. zw. mycetom filjalny). Jajniki bowiem wszy ubraniowej (*Pediculus vestimenti*) kończą się jednolitą ampulką, od której biegnie krótki, parzysty jajowód. Owa ampulka jajowodowa (stricte górna część jajowodu) [rys. 18] jest położona na mycetomie matki tak, że tkanka tego ostatniego przerasta do jajowodu, tworząc ową charakterystyczną „ampulkę“, czyli mycetom filjalny. To też, gdy jajko opada w rurce jajnikowej ku dołowi i przechodzi przez ową ampulkę¹⁾, zostaje tu wła-

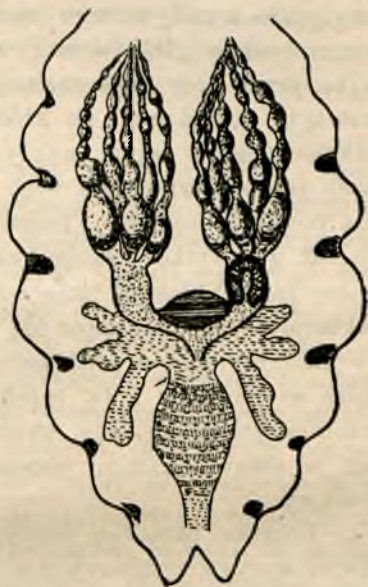
¹⁾ Nadmienimy, że z każdej strony (z każdej grupy pięciu rurek jajnikowych) może jednorazowo wyjść tylko jedno jajko, gdyż ampulka jest tylko jedna.

śnie opatrzone na dalszą drogę życia kompleksem kilku wydłużonych, niekiedy pozaginanych grzybów.

Czy symbionty wpływają na procesy trawienne wszy? Jest to prawdopodobne, choć nieudowodnione. Brak tu zresztą ścisłej analogii z innymi przypadkami już choćby dlatego, że nie dowiedziono połączenia mycetomu ze światłem jelita. Buchner wyraża przypuszczenie, że najpewniej wchodzi tu w grę raczej współdziałanie grzybów w aktach ssania i nakłuwania, podobnie jak u komarów. Przypuszczenie to jest jednak tylko dość dowolnym domysłem i oczekuje na swego eksperymentatora.

Z badań Buchnera (1923) okazało się również, że i pluskwa domowa (*Acanthia lectularia*) posiada dobrze rozwinięte mycetomy. Leżą one w odwłoku, między płatami ciała tłuszczowego, w bezpośrednim sąsiedztwie organów płciowych, zarówno u samic, jak u samców. Mamy tu do czynienia z przekształconymi komórkami tłuszczowymi, które wypełnione są laseczkowatymi bakteriami i zapewne wskutek tego rozrastają się do rozmiarów olbrzymich 3—5 jądrowych, wielokątnych syncytiów. Dostrzegamy również ich skłonność do podziału amitotycznego. Mycetomy omawiane rozrastają się nietyle przez zwiększenie

się liczby mycetocytów, ile przez zwiększanie się objętości poszczególnych komórek. Leżą te utwory w sąsiedztwie jelita, choć nie są z nim bezpośrednio połączone, jak to zresztą wynika już z ich raczej mezodermalnego pochodzenia. Ich obecność



Rys. 18.

Schemat żeńskiego układu rozrodczego u *Pediculus capitis*. U podstawy prawego jajowodu wrysowano „ampulkę“, czyli t. zw. mycetom filjalny.

Według Müllera.

zarówno u samicy jak i u samca nasuwa myśl, że odgrywają one jednak jakąś rolę przy wspólnych funkcjach obydwóch płci (trawienie?) U samicy bakterje bardzo wcześnie, w czasie owogenezy, już w pierwszych stadjach larwalnych przenikają do komórek tworzących wierzchołek jajnika, gdzie w następstwie powstają zarówno jajka, jak i towarzyszące im grupy komórek odżywczych. Pluskwa domowa, podobnie jak większość przedstawicieli całego tego rzędu, łączy przy owogenezie jaja swe z ową komorą wierzchołkową, gdzie z komórek odżywczych, względnie z odżywczego syncytium, spływa do jajka pasmo plazmatyczne („Nährstrang“ autorów niemieckich), towarzyszące jajku przez cały czas rozwoju. Pasma to od samego początku jest tym gościńcem, po którym wędrują bakterje z komórek odżywczych do jajka, napływając tam wraz z żółtkiem. Dojrzałe jajko zawiera ich więc już znaczną ilość, głównie w plazmie powierzchniowej. Pluskwa jest jajo-żyworodna (*ovovivipar*). To też gdy tylko w dolnej części jajnika rozpocznie się rozwój jajka, już w blastodermie zauważyć można liczne ugrupowania bakterjalne, gromadzące się głównie na tylnym końcu jaja. Po przeniknięciu w następstwie do elementów mezodermalnych, które w związku z tą infekcją przechodzą przez szczególne przemiany cytologiczne, tworzy się mycetom embrjonalny bardzo wcześnie, zanim jeszcze uformował się pełny zarodek pluskwy.

Pomimo ostatniej pracy, którą Buchner poświęcił pluskwie, sprawa symbiozy nie jest bynajmniej wyjaśniona. Zjawisko posiada tu duże podobieństwo do stosunków istniejących u mrówek (*Camponotus*), jednak nie mamy pojęcia ani o funkcji tych bakteryj, ani nawet droga wędrowki bakteryj z mycetomu do jajników nie jest nam znana. Nieco tylko światła rzucił nam Buchner na procesy cytologiczne zachodzące w bakterjocytach. Teren do dalszych dociekań jest otwarty i obszerny.

Z ostatnich prac w dziedzinie symbiozy zasługuje na uwagę publikacja Schwartz'a (1924) zmierzająca do wyizolowania i hodowli grzybów symbiotycznych, spotykanych w tarczykach (*Coccidae*). Zastosowane tam metody i wyniki pośrednie, choć niejednolite, pozwalają spodziewać się rozwiązania na tej drodze niejednego ważnego zagadnienia symbiozy.

Należy wreszcie wspomnieć tu również o t. zw. „symbiozie świetlnej“. Z badań Pierantoni'ego zdaje się wynikać, że luminescencja licznych zwierząt, jak chrząszcze, osłonicze, głowonogi zasadza się na obecności szczególnie ukształtowanych organów o typie mycetomalnym. O rozpowszechnionych tam bakterjach świetlnych wiemy już oddawna. Przesunięcie zagadnienia z płaszczyzny dotychczasowej na dziedzinę badań symbiotycznych jest niewątpliwie nowością, która wywołała liczne polemiki i interpretacje, stwarzając odrębny teren studjów, wymagający osobnego omówienia. Poprzestaję więc tutaj tylko na zaznaczeniu tendencji do rozszerzenia naszych pojęć o symbiozie i na sprawy luminescencyjne.

* * *

Poruszone tu zagadnienia oraz typy symbiozy objęły wprawdzie najważniejsze i stosunkowo lepiej zbadane przypadki, jednak ich nie wyczerpały. Z dniem każdym poznajemy ich coraz więcej, a w miarę dalszych badań i pole do konstrukcji hipotez symbiotycznych staje się coraz większe. Cały świat zwierząt monofagialnych, tych jednostronnych specjalistów od trawienia drzewa, wosku, keratyny, a szczególnie krwi stał się nagle „podejrzany“. A więc chrząszcze, motyle, muchy, kleszcze, a nawet pijawki — oto materiał, na którym koncentruje się dziś uwaga „symbiotyków“. Jest to obszerny teren badań, na którym spotykają się zainteresowania biologów różnych kategorii. Zaczęte przez zoologów badania te są dziś równie pojętym tematem dla botaników, bakterjologów, fizjologów i nawet lekarzy, bowiem odnośne sprawy wkraczają często w dziedzinę higieny i toksykologii. To też kto wie, czy rozwiązania ukrytych tu zagadnień uda się dokonać pojedynczej grupie uczonych, czy i tu nie okaże się potrzeba nawiązania ściślejszej, niejako symbiotycznej łączności między poszczególnymi grupami specjalistów.

* * *

Obfita literatura przedmiotu zebrana jest w publikacji Buchnera (*Tier und Pflanze in intrazellularer Symbiose*, Berlin, 1921). Toteż ograniczę się tutaj do zacytowania kilku prac ogólniejszego znaczenia, bądź pominiętych w spisie Buchnera, bądź też drukowanych już po roku 1921. Oto ich spis:

Buchner P.: Studien an intracellularen Symbionten. IV. Die Bakteriensymbiose der Bettwanze. Archiv f. Protistenkunde. Bd. 46. 1923.

Famin cyn A.: O roli symbioza w ewolucji organizmow. Zapiski Petersb. Akademji Nauk 1907.

Hecht O. Embryonalentwicklung und Symbiose bei *Camponotus ligniperda*. Ztschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 122, 1924.

Schwartz W. Untersuchungen über die Pilzsymbiose der Schildläuse. Biolog. Lehrbl. 44, 1924.

Šulc K. Pseudovitellus u. ähnliche Gewebe der Homoptera sind Wohnstätten symbiotischer Saccharomyceten. Sitzber. Gesellsch. d. Wissensch. Prag 1910.

Pracownia Zoologiczna Wolnej Wszechnicy Polskiej. Maj, 1927.

Sprawozdania i oceny.

Windakiewicz E.: *Solnictwo*. Część I—III, Kraków 1926—1927.

Mamy przed sobą monografię naszych soli, zarówno kamiennych jak i potasowych, dzieło nader pożyteczne, przeznaczone wprawdzie w pierwszym rzędzie dla studentów Akademii Górniczej, ale które weźmie do ręki z korzyścią każdy interesujący się tym tak ważnym naszym produktem mineralnym. Autor podzielił dzieło na trzy części, które wydał w oddzielnych zeszytach. Pierwszy, tworzący część ogólną, poświęcony jest soli kamiennej i źródłom solnym; podane są ich własności fizjograficzne i omówione ich geologiczne warunki powstania w świetle istniejących teoryj. Część druga obejmuje sole potasowe, ich geologiczne postępowanie na całej ziemi, znaczenie w rolnictwie i w przemyśle, a wreszcie metody poszukiwań, przy czym nie pominięto najnowszych metod (waga Eötvösa, fale sejsmiczne). Część trzecia, największa, daje nam szczegółowy opis naszych kopalń soli kamiennej, soli potasowych i żup solnych na podstawie własnych spostrzeżeń autora i należycie wyzyskanej literatury. Opis geologiczny każdego obszaru jest tutaj podany, przy czym zostały uwzględnione najnowsze wyniki badań. W końcu podano prawno-górniczne stosunki solne, istniejące obecnie w Polsce i omówiono handel solą.

Dzieło to zawiera szereg tabel, dawnych i nowszych analiz naszych solanek, profili wierceń, podaje historję naszych kopalń soli i żup solnych, historję badań geologicznych, słowem cały szereg informacji potrzebnych pracującym w tym zakresie; a ponieważ te informacje są starannie zebrane i dobre, przeto dzieło przedstawia ważny dorobek w naszej literaturze górniczo-geologicznej.

Szczegółowe omówienie zabrałoby zbyt wiele miejsca, dzieło zawiera wiadomości z zakresu kilku nauk, dlatego omówićby je musiał nie tylko geolog, ale także mineralog i górnik. Z całego dzieła przebija troska o dalszy los naszych kopalń soli i warzeń, zwłaszcza małopolskich, które w ostatnich czasach bywają niestety niedoceniane, względnie zbyt pochopnie oceniane ujemnie. Bogactwo soli jest w Polsce jeszcze wielkie, ale dotychczas należycie niewyzyskane. Zbyt nierównomierne koszty produkcji są, jak autor na końcu swego dzieła podaje, często wynikiem niewyzyskania sprawności salin i nienależycie zorganizowanej sprzedaży, a nie ubóstwa złoża.

Podnieść należy wreszcie, że wydanie dzieła, zresztą nader staranne i zaopatrzone w liczne ryciny, zostało autorowi umożliwione przez subwencję zakładów Solvay w Polsce.

W. Friedberg.

D. Geyer. *Unsere Land- und Süßwasser-Molusken*. III. Auflage. K. G. Lutz'verlag, Stuttgart, 1927. Str. XI + 224, 33 tablice litogr. (blisko 1000 rys. i zdjęć fot.).

W wydaniu obecnym, oddzielonym odstępem lat siedemnastu od poprzedniego, ugrupowanie systematyczne mięczaków oraz nomenklatura zgodne są z współczesnym stanem malakozoologii europejskiej, która w okresie wspomnianym weszła w stadium rewizji anatomicznej systemu konchylologicznego. Ze względu jednak na charakter dzieła, przeznaczonego przede wszystkim dla młodszych adeptów tej gałęzi wiedzy, autor i w obecnym wydaniu operuje w diagnozach i opisach cechami li tylko morfologii skorupki. Z tych samych a częściowo i z zasadniczych względów odrzuca Geyer nomenklaturę trinominalną. Tam, gdzie chodzi o gatunki wielopostaciowe, dodaje autor przegląd „zespołu form“ (Formenkreis), obejmując nim zarówno wybitne i ważne zoogeograficzne formy uważane przez innych za podgatunki, jak i odmiany czysto ekologiczne. N. p. do *Arianta arbustorum* L. zaliczył autor między innymi, wybitny płd.-tyrolski endemizm *rudis* Meg., formę melanistyczną *picea* Rm. oraz związaną z pewnym poziomem hipsometrycznym formę *alpicola* Fér. Formy jednego „zespołu form“ traktowane są równorzędnie, a nazwy ich — podobnie jak nazwy podrodzajów i rodzajów — nie są poprzedzone żadnymi terminami taksonomicznymi. Pewnej trudności, wynikającej stąd dla początkujących przyrodników częściowo zaradza zamieszczony we wstępie a zestawiony przez P. Hessego wykaz systematyczny, uwzględniający terminy taksonomiczne aż do „subgenus“ włącznie; jednakże systematyka i nomenklatura są tu nieco odmienne.

Opisy są związane ale jasne i dokładne, a klucze zestawione starannie. Gdzie zmienność gatunku wielce utrudnia jego oznaczenie, tam skuteczną pomoc okażą liczne, przeważnie dobre i ładnie wykonane rysunki. Ekologia ujęta krótko i treściwie, podobnie jak w poprzednim wydaniu. Za „nowość“ natomiast uznać należy wprowadzenie danych o występowaniu gatunków niemieckich w ubiegłych fazach czwartorzędu i w pliocenie.

Faunie czwartorzędnej poświęca autor starannie opracowanych 8 stron pierwszej części swego dzieła, resztę której wypełniają doskonałe rozdziały o ekologii mięczaków współczesnej Europy Środkowej, oraz metody kolekcjonowania i preparowania.

W zakresie danych o rozmieszczeniu geograficznym wziął autor pod uwagę obecnie już nietylko Niemcy, ale pokrótce też i pozostałe obszary zasięgów, w szczególności obszary przylegające do Rzeszy Niemieckiej. Dzięki temu napotykaemy w dziele Geyera dużo wzmianek o terytorjach polskich, z których Wielkopolska i Pomorze, figurujące pod nazwami przedwojennymi, uwzględnione są najlepiej. Puszcza Białowieska występuje tu pod pseudonimem Litauischer Urwald.

Opierając się często na współczesnej literaturze malakozoologicznej polskiej, pomija autor jednakże dane o niektórych interesujących zasięgach mięczaków w Polsce (*Patula solaria* Mke, *Pupilla cupa* Jan,

Orcula doliolum Brug.) i inne, lub niekiedy interpretuje je niewłaściwie. Ostatnia uwaga dotyczy n. p. *Xerophila obvia* Hartm., który bynajmniej nie od strony morza Czarnego wtargnął na Podole, jak to już przed kilku laty wykazano. Przeszarżała również o 5 lat jest wiadomość o występowaniu *Martha striata* Müll. w Siedmiogrodzie i Bułgarji, gdyż w pierwszym z tych krajów zastąpiony jest ten gatunek przez podobną tylko „na oko“ *Martha cereoflawa* M. Blz, w drugim przez innych swoich pobratymców. *Fruticicola Lubomirskii* Ślós. dociera ze swego zach.-karpackiego ośrodka nietylko do Jury Krakowskiej ale i do Łysej Góry w górach Świętokrzyskich, stanowiącej właśnie „locus originalis“ omawianego gatunku. *Monacha incarnata* Müll. i *M. umbrosa* C. Pf. należą do kategorii gatunków alpejskich nie przekraczających na wschód doliny Sanu i uwydatniających krańcami swego zasięgu wykrytą przez Polińskiego malako-zoogeograficzną strefę graniczną Karpat Zachodnich i Wschodnich. *Vertigo genesii* Gredl. wymieniona została „in Litauen“ (gdzie jej dotychczas nie stwierdzono — choć żyje tam zapewne); wzmianka ta więc dotyczyć może tylko Białowieży, w której wykrył ją w r. 1917 autor. Wzmianka o *Lithoglyphus pyramidatus* Müll. ff. w „Gouv. Minsk.“ wypacza zoogeograficzne znaczenie tego bośniacko-chorwackiego endemizmu, a ma źródło niewątpliwie w pomyłce dokonanej przez Rosena, który w powyższy sposób oznaczył ostroszczytowe okazy pospolitego w Prypeci *L. naticoides* L. Pf. Zoogeograficzną rolę *Monacha dibothryon* Kim. zatarło zdegradowanie jego do poziomu odmiany *M. biden* Chemn.; całkowita samodzielność gatunkowa tego karpackiego autochtona, który jedynie w interglaciale L_3-L_4 sięgnął aż do środka Niemiec, jest dziś rzeczą bezwzględnie stwierdzoną.

Usterki powyższe, dotyczące danych o rozmieszczeniu geograficznym, schodzą jednak przeważnie na plan dalszy wobec zaznaczonych poprzednio zalet dzieła, posiadającego cenne walory dydaktyczne i niepoślednią wartość naukową. To też dzieło Geyera, gruntownie przerobione i niemal pod każdym względem wybitnie poprawione, oddać powinno duże usługi zarówno początkującemu zbieraczowi-fauniście jak i wytrawnemu malakozoologowi, zoogeografowi oraz geologowi studjującemu faunę dyluwialną.

W. Poliński.

Polska Bibliografia Przyrodnicza.

Przystępując do ogłaszania polskiej bibliografii przyrodniczej Redakcja zwraca się do wszystkich Członków Towarzystwa z prośbą o współdziałanie, aby bibliografia ta miała jaknajmniej luk i błędów. Celem jej jest zestawienie prac przyrodniczych polskich, które ukazały się po 1 stycznia 1927 poza „Kosmosem“.

Biologia ogólna.

Dembowski J. Zasady biologii ogólnej. — Biblioteka Polskiego Przyrodniczego Towarzystwa Pedagogicznego. Nr. 1. Nakładem M. Arcta. Warszawa (1927), 1—186, ryc. 1—13.

Przyłęcki St. J. Les synthèses enzymatiques in vitro. — Comptes Rendus de la Société de Biologie. XCVI (1927). 335—337.

Botanika.

Györrffy I. Über den auf der nördlichen Seite der Belaer Kalkalpen in der „Dolina Kępy“ i. J. 1926 entdeckten grünen Schnee. — Acta Societatis Botanicorum Poloniae. IV. 2 (1927). 154—165, ryc. 14—15.

Knaphelsówna G. Rozmieszczenie i budowa gruczołów wydzielniczych na liściach u kilku gatunków *Prunus*. — Acta Soc. Bot. Polon. IV. 2 (1927), 106—113, ryc. 4—12. (Streszczenie po niemiecku).

Kol E. Ueber ein neues Mitglied des Kryoplanktons der Hohen Tatra, *Ankistrodesmus Tatrae* Kol nova species. — Acta Soc. Bot. Polon. IV. 2 (1927), 166—168, tabl. XVI.

Krzemienielewscy H. i S. Z mikroflory gleby w Polsce. — Acta Soc. Bot. Polon. IV. 2 141—144 (Streszczenie po francusku).

Lopieńska H. Badania nad chondriomem, wakuolami i tłuszczami w ciągu rozwoju osobnikowego *Pilobolus crystallinus* Bref. — Acta Soc. Bot. Polon. IV. 2 (1927). 97—105, tabl. XII—XIII. (Streszczenie po francusku).

Przyborowski J. Moment rozszczepienia czynników genetycznych u *Epilobium hirsutum* L. — Acta Soc. Bot. Polon. IV. 2 (1927). 114—124, tabl. XIV. (Streszczenie po angielsku).

Sokołowski S. Budowa roślin drzewiastych. — Nakładem K. S. Jakubowskiego. Lwów (1927), I—VI, 1—268, ryc. 1—221, tabl. I—II.

Stecki K. i Żybnurski A. Wklęsłości kory i ich stosunek do listewek na drewnie u *Salix aurita* L. i *S. cinerea* L. — Acta Soc. Bot. Polon. IV. 2 (1927). 145—153, tabl. XV.

Szafer W. Życie kwiatów. (Zarys biologii kwiatów). — Nakładem K. S. Jakubowskiego. Lwów (1927). I—VIII, 1—189, ryc. 1—42, tabl. I—XX.

Szafer W., Kuleczyński S., Pawłowski B., Stecki K., Sokołowski M. Die Pflanzenassoziationen des Tatragebirges. III, IV und V Teil. — Bulletin International de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Serie B. Année 1926 (1927). Numéro supplémentaire II, 1—144, dziesięć tablic, cztery mapy.

Szymkiewicz D. Études climatologiques. XI. Les Mousses comme l'indice de l'humidité de l'air. XII Un étrange désert. XIII La fréquence des différents maxima diurnes de l'indice d'évaporation. — Acta Soc. Bot. Polon. IV. 2 (1927). 125—140, ryc. 13.

Wierdak S. Nieco o rozsiadleniu limby w Karpatach Wschodnich. — Sylwan. XLV. 3 (1927). 201—207, ryc. 3, mapy 1—2. (Streszczenie po niemiecku).

Chemja.

Chrzaszczewska A. i Chwaliński S. O tioeterach niektórych ketonów i ich pochodnych — Roczniki Chemji. VII (1927), 67—73.

Chrzaszczewska A. i Sobierański W. Monobromaceton i jego cyanhydrina. Roczn. Ch. VII. (1927), 79—86.

Chrzaszczewska A. i Popiel J. Nitryle kwasów fenylo- α -chloroocetowego i α -izobrommasłowego. — Roczn. Ch. VII. (1927), 74—78.

Galecki A. i Jerke E. Wpływ temperatury na rozkład wody utlenionej katalizowany koloidami. — Roczn. Ch. VII. (1927), 1—5.

Hlasko M. i Kamiński E. O dysocjacji elektrolitycznej chlorowodoru, bromowodoru i jodowodoru w bezwodnym alkoholu metylowym. — Roczn. Ch. VII (1927), 6—22.

Kamiński B. Napięcie rozkładu siarczanu cynku i siarczanu żelaza. — Przemysł Chemiczny XI (1927), 374—381.

Korezyński A. i Fandrich B. O utrzymywaniu nitrylów za pomocą reakcji dwuazowej. — Roczn. Ch. VII. (1927), 110—111.

Korezyński A., Brydówna W. i Kierzek L. O kondensacji indolowej fenylohydrazonów. — Pocz. Ch. VII. (1927) 112—123.

Korezyński A., Kozłowska G. i Kierzek L. O niektórych pochodnych fluorenu. — Roczn. Ch. VII. (1927). 124—135.

Pasturcan A. i Bader J. Działanie kwasów podchlorowcowych na niektóre ketony α - β -nienasycone i odpowiednie trzeciorzędne alkohole. — Roczn. Ch. VII (1927). 87—109.

Schmidt E. O wytwarzaniu arsyn bromoanilinowych z acetyleny. — Roczn. Ch. VII (1927). 136—137.

Staronka W. Przyczynki do kinetyki chemicznej. I Interpretacja autokatalizy sprzężonej przy izomeryzacji alkiylowców. — Roczn. Ch. VII (1927). 42—53.

Tołłoczko S. O fotochemicznych przemianach węglowodorów. — Przem. Chem. XI (1927). 245—253.

Turski J. S., Piotrowski A. i Winawer S. Otrzymywanie kwasu gwajakolosulfonowego z paradwuchlorobenzolu. — *Przem. Chem* XI (1927). 365—371.

Fizyka.

Dorabialska A. i Jowanowicz D. K. O ciepłe promieniowania radjotoru. — *Roczn. Ch.* VII (1927). 23—29.

Grabowski C. Zasady badania przebiegu rektyfikacji perjodycznej — *Przem. Ch.* XI. (1927). 253—259.

Gryszkiewicz - Trochimowski E. i Sikorski S. F. Przyczynki do poznania optycznych własności arsenu. — *Roczn. Ch.* VII (1927), 54—66.

Hrynakowski K. Tarcia wewnętrzne nasyconych roztworów niektórych soli potasowych i sodowych. — *Roczn. Ch.* XII (1927) 34—41.

Kapuściński W. O fluorescencji pary kadmu. — *Sprawozdania i Prace Polskiego Towarzystwa Fizycznego.* VIII (1927), 5—51, ryc. 1—10, tabl. I. (Streszczenie francuskie).

Sucharda E. i Bobrański B. O nowym ebuljoskopie do oznaczania ciężaru cząsteczkowego przy użyciu małych ilości substancji. — *Przem. Ch.* XI. (1927). 371—374.

Świętosławski W. O kilku ulepszeniach w nowym ebuljoskopie — *Roczn. Ch.* VII (1927). 30—33.

Szczeniowski S. O wydajności fluorescencji roztworów. — *Sprawozdania Pol. Tow. Fiz.* VIII (1927), 53—116, ryc. 1—16. (Streszczenie francuskie).

Woyno T. J. Badania krystalograficzne amalgamatu sztucznego $Ag_3 Hg_4$ — *Sprawozdania Pol. Tow. Fiz.* VIII. (1927), 1—4, ryc. 1. (Streszczenie francuskie).

Geografia.

Wąsowicz J. i Zierhoffer A. Polska w cyfrach. — *Lwów. Na-
kładem Komitetu Organizacyjnego II Zjazdu Słowiańskich Geografów
i Etnografów.* Lwów (1927), I—VII, 1—88.

Zoologia.

Aleksandrowicz J. S. Contribution à l'étude des muscles, des nerfs et du mécanisme de l'accommodation de l'oeil des Céphalopodes. — *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale.* LXVI (1927). 71—134.

Bagiński S. Recherches histochimiques sur les cellules lipopigmentaires dites de „Ciaccio“. — *C. R. Soc. Biol.* XCVI (1927), 537—539.

Biederman Salomea. Zmysł i pamięć kształtów przedmiotu u żab. Odwracanie nałogu z wygaszaniem i bez wygaszania. (Doświadczenie wzrokowe płazów. Część II). — *Prace Instytutu im. Nenckiego.* IV. 1. (1927) 1—31.

Browicz T. Bemerkungen über die biologische Bedeutung des Wurmfortsatzes. — *Bull. Acad. Polon. Sc. Série B. Année* (1927). 701—706.

AKWARJUM I TERRARJUM

MIESIĘCZNIK POD REDAKCJĄ Z. LORECA
ORGAN

MIŁOŚNIKÓW AKWARJUM I TERRARJUM

Czasopismo przyrodnicze, zatwierdzone przez Ministerstwo W. R. i O. P. jako wydawnictwo pomocnicze dla nauczycieli szkół średnich i powszechnych.

Prenumerata: roczna 12 zł., półr. 6 zł., kwart. 3 zł.
Konto P. K. O. 10.639.

ADMINISTRACJA: WARSZAWA, UL. BEDNARSKA 9.

Członkowie Polskiego Towarzystwa im.
Kopernika korzystają z 25% zniżki.

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO
TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA.

WYCHODZI ROCZNIE W 4 ZESZYTACH.

Redaktor odpowiedzialny: Prof. Dr. Ignacy Zakrzewski.

Komitet redakcyjny:

Członkowie Zarządu Głównego T-wa zamieszkali we Lwowie.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Kosmos“ bezpłatnie.

Dla nieczłonków prenumerata w księgarniach.

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

Adres Redakcji: Prof. Dr. Ignacy Zakrzewski, Lwów, ul. Jabłonowskich 8.

Adres Administracji: Prof. Dr. F. Stroński, Lwów, ul. Długosza 8.

Wkłádki członków T-wa przyjmują Skarbnicy Oddziałów:

Bydgoszcz, Prof. R. Kwieciński, ul. Zacisze 8.

Kraków, Prof. B. Dyakowski, ul. Kochanowskiego 19.

Lwów, Dr. G. Poluszyński, ul. św. Mikołaja 4.

Poznań, Prof. J. Szulczewski, ul. Poznańska 58 A.

Sosnowiec, Prof. K. Wyroba, Prof. Gimn. im. B. Prusa.

Warszawa, Dyr. Inż. E. Korb, Al. 3-go Maja 18.

Wilno, Prof. Inż. W. Kraszewski, Nowogrodzka 22.

PRZYRODA i TECHNIKA

CZASOPISMO, POŚWIĘCONE NAUKOM PRZYRODNICZYM I ICH ZASTOSOWANIU.

Wydawane przez Polskie Towarzystwo Przyrodników im.
Kopernika (Bydgoszcz, Kraków, Lwów, Poznań, Sosnowiec,
Warszawa, Wilno).

Delegat Zarządu Głównego Pol. Tow. Przyr. im. Kopernika
i przewodniczący Komitetu Redakcyjnego Prof. dr. J. Tokarski.

Redaktor Dr. M. Koczwarą.

Wychodzi raz na miesiąc z wyjątkiem lipca i sierpnia.

ADRES REDAKCJI:

Lwów, Uniwersytet, Instytut Bo-
taniczny, ul. św. Mikołaja 4.

ADRES ADMINISTRACJI:

Książnica-Atlas, Lwów, ul. Czar-
nieckiego 1. 12. P. K. O. 149.598.

Prenumerata roczna zł. 8.40. Członkom Pol. Tow. Przyr. im. Koper-
nika przysługuje w prenumeracie 25% zniżki.

Składy główne:

KSIĄŻNICA-ATLAS, Oddział w Warszawie, ulica Nowy Świat 1. 59.

KSIĘGARNIA św. WOJCIECHA, Poznań, plac Wolności 1, Lublin
i Wilno. GEBETHNER i WOLFF, Kraków, Rynek główny 23. —

LUDWIK FISZER, Katowice, Poprzeczna 1.—R. JASIELSKI, Stanisławów.