

ROCZNIK LIX.

1934

ZESZYT I.

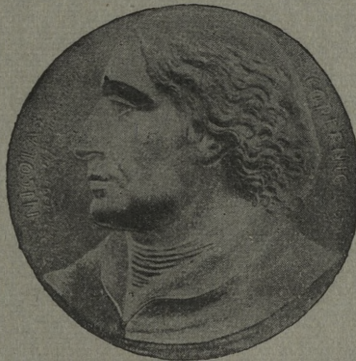
KOSMOS

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENI NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



WE LWOWIE

NAKŁADEM POLSKIEGO TOW. PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Z ZASIŁKIEM FUNDUSZU KULTURY NARODOWEJ

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, ULICA LINDEGO LICZBA 4.

1934

TREŚĆ

	Str.
1. Seweryn Krzemieniewski. — Michał Boym jako botanik (w 275 rocznicę jego skonu). — [<i>Michał Boym comme botaniste. A 275 anniversaire de sa mort</i>]	1
2. Stanisław Smreczyński. — Determinizm wczesnego rozwoju owadów	22
3. Wiktor Kemula. — Reakcja chemiczna w świetle nowszych poglądów	47
4. <i>Sprawy Towarzystwa</i>	63

Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.

SEWERYN KRZEMIENIEWSKI

Michał Boym jako botanik

(w 275 rocznicę jego skonu).

[Michał Boym comme botaniste. A 275 anniversaire de sa mort]

Na czele rozpraw drukowanych w Kosmosie, a poświęconych Chinom, powinien być się znaleźć artykuł o polskim pionierze sinologii — o lwowianinie Michale Boymie.

Zbierając materiały do dziejów botaniki we Lwowie, artykuł o nim napisałem. Niestety, niezależnie od redakcji Kosmosu, leżał on dotąd w tece redaktorskiej. I dobrze się stało, świeżo bowiem ukazała się książka Roberta Chabrié p. t. Michel Boym, Jésuite Polonais (Paryż 1933), która znacznie rozszerza wiadomości o naszym misjonarzu XVII w.

O ile przedtem chciałem się ograniczyć tylko do bliższej analizy Flory chińskiej Boyma, sądząc, że jego życiorys był wyczerpująco skreślony w r. 1920 przez B. Namysłowskiego (Kosmos, t. 45, s. 198), to obecnie, mając pod ręką książkę R. Chabrié, znajduję, że w życiorysie Boyma niejedno trzeba zmienić, niejedno uzupełnić. Dopiero na tle pełniejszego obrazu życia Boyma otrzyma właściwe oświetlenie jego naukowa spuścizna.

I.

Michał Boym pochodził z rodu patrycjuszów lwowskich, urodził się w r. 1612. Jego ojciec Paweł, doktor filozofji i medycyny Padewskiego Uniwersytetu, był lekarzem króla

Zygmunta III, dziad zaś Jerzy miał tytuł sekretarza króla Stefana Batorego i był fundatorem znanego zabytku we Lwowie — kaplicy Boymów¹⁾.

Po ukończeniu humaniorów w lwowskim Kolegium O. O. Jezuitów, Michał wstąpił do nowicjatu Tow. J. w Krakowie, gdzie później studjował jeszcze teologję. Po trzecim ślubowaniu (probacji) w Jarosławiu, zgłosił się do udziału w misji chińskiej i odrazu został przyjęty, o czem zadecydowały jego zdolności matematyczne i przyrodnicze. Przed opuszczeniem Europy przebywał w Rzymie, skąd, po uzyskaniu błogosławieństwa papieża Urbana VIII, wyruszył do Lizbony, a stamtąd w r. 1642 wypłynął na morze.

Okręt obrał drogę na Maderę naokoło Afryki przez Mozambik, a stąd dalej na północny wschód do portugalskiego miasta Goa na malabarskiem wybrzeżu Indostanu. Następnie po okrążeniu od południa Indostanu i Indochin, w r. 1645 przybył Boym do Tonkinu i odrazu otrzymał misję na wyspie Haynan.

Na Haynanie nie mógł się oddać spokojnej pracy. Wskutek powstania Chin przeciw Tatarom misję zniszczono, a Boym z towarzyszącym mu Włochem Lubellim mieli być straceni. Na czólnie ratowali się ucieczką do Annamu i dopiero w r. 1649, dzięki zabiegom mandarynów-chrześcijan, przebywających na dworze cesarza Young-Li (Yum-Lie), mogli wrócić na wyspę. Ale i tym razem pobyt na Haynanie nie był bezpieczny. Ludność w głębi wyspy była jeszcze zupełnie dzika, a mieszkańcy wybrzeży oddawali się rozbojom i korsarstwu. Zdawało się, że los uśmiechnął się do Boyma, gdy go powołano na dwór cesarski do Tchao-King-Fu. Cesarzem z dynastji Mingów był wspomniany Young-Li, którego dwór był już wówczas nawrócony. Dokonał tego misjonarz Koffler — wiedeńczyk. Boym przy boku Kofflera miał utrzymywać i rozszerzać jego dzieło. Na nowem stanowisku otrzymał on imię Pou-mi-ko z przydomkiem Tchi-Youan. Lecz na dworze nie bawił długo. Wobec wciąż postępującego naporu Mandżurów od północy, postanowiono wysłać do papieża misję diploma-

¹⁾ R. Chabrié niesłusznie uważa Pawła Boyma za fundatora kaplicy.

tyczną, aby zainteresować Europę niebezpieczeństwem, grożącym dynastji Mingów. Misjonarze liczyli, że przy tej sposobności uda się wyjednać od papieża wydatne zwiększenie ich szeregów w Chinach. Dwór chiński miał więc prosić papieża o błogosławieństwo i o wydelegowanie większego grona Ojców Twa J. Wizytator i vice-prowincjał Tow. J. w Chinach, obaj Portugalczycy, wyznaczili do tej misji Boyma. W listopadzie 1650 z pismami cesarzowej i vice-króla, w których mianowano Boyma ambasadorem, wyruszył on w drogę w towarzystwie dwóch Chińczyków Hiena i Lo. Podjął Boym, jak pisze w liście, trudny honor, lecz w wielkiej sprawie.

I odtąd zaczęło się jego tułactwo, najeżone szeregiem niebezpieczeństw, udręką, cierpieniami fizycznymi i moralnymi, którym dopiero śmierć kres położyła.

Zaraz na początku podróży w Makao Boym napotkał trudności i przeszkody ze strony władz portugalskich. Portugalczycy, licząc się z grożącym upadkiem dynastji Mingów, okazywali wyraźną niechęć do mandatu Boyma. Lecz narazie to tylko opóźniało jego odjazd w dalszą drogę. Wobec stanowczej interwencji duchowieństwa władze ustąpiły. Boym nie przewidywał jednak, co miało go czekać dalej. Okręt, zatrzymując się po drodze w Kochinchinie, w Indjach u przyładka Komoryn, dobił wreszcie w maju 1651 do Goa. Tu mimo wszelkich zabiegów, na które stracił więcej niż pół roku, nie uzyskał Boym zezwolenia władz portugalskich na dalszą podróż. Zmuszony do zrezygnowania z dalszej drogi morskiej, postanowił odbyć ją lądem. W grudniu 1651 w tajemnicy opuścił Goa i skierował się zrazu na wschód w głąb półwyspu do Golkondy, a potem zwrócił się na północny zachód przez kraje Wielkiego Mogoła do Persji. Przemierzał ziemię wśród ludów sobie nieznanych lub wręcz wrogich, przez miasta Sziraz, Ispahan i Taurys. Dotarł do Armenji, gdzie oglądał ośnieżone szczyty Araratu, przebiegł Kurdystan, Karamanję i Anatolję, wreszcie po 9 miesiącach stanął w Smyrnie. Tu do listopada 1652 musiał poczekać na podjęcie dalszej drogi, teraz już morskiej. Korzystając z pobytu w Smyrnie, Boym 29 września, w dzień swojego patrona, na życzenie wielu osób wdział na siebie strój chiński i wygłosił po włosku przemówienie z kazalnicy jednego z największych kościołów, kreśląc obraz

*

swej podróży, przedstawiając sytuację polityczną w Chinach oraz niebezpieczeństwo grożące cesarzowi Young-Li i jego chrześcijańskiemu dworowi. W pierwszych dniach grudnia 1652 był już w Wenecji. Mając pismo vice-króla a zarazem wielkiego kanclerza do doży i senatu weneckiego, starał się o audjencję. Nie łatwo ją uzyskał. Jezuita byli wówczas usunięci z Wenecji i doża wahał się przyjmować oficjalnie Boyma. Ostatecznie 16 grudnia 1652, dzięki interwencji ambasadora Francji, audjencja się odbyła według zgóry ułożonego planu, poczem pozwolono Boymowi i towarzyszącemu Chińczykowi Hienowi zwiedzić miasto, a nawet ich uhonorowano darami. Drugi Chińczyk Lo rozchorował się i już wcześniej zawrócił z drogi. Z przebiegu tej audjencji przesłał Boym sprawozdanie do generała Tow. J. w Rzymie. Miał on wszelkie prawo spodziewać się, że w Rzymie spotka się z uznaniem, tymczasem, kiedy przybył do Rzymu, to zamiast wyrazów uznania, otrzymał od generała naganę za kroki poczynione w Wenecji bez instrukcji przełożenia, co miało być wykroczeniem przeciw subordynacji. Z tego powodu zrazu nie pozwolono Boymowi przebywać w Rzymie w charakterze ambasadora i kazano mu pozostać w Loretto. Nic nie pomogło tłumaczenie się Boyma, że postępował ściśle według instrukcji swoich przełożonych w Chinach. Na domiar wszystkiego, osobę Boyma zaczęły teraz oplatać różne potworne podejrzenia i zarzuty. Niedowierzano jego misji, wątpionio w autentyczność przywiezionych przez niego pism, wręcz pomawiano go o oszustwo, chciano poprostu widzieć w nim jakiegoś awanturnika i czyniono wszystko, aby nie narazić Watykanu na zetknięcie się z nim. W takich okolicznościach nie mogło być mowy o audjencji w Watykanie. Do tego była konieczna korzystna opinia kardynałów o nim i o jego misji. Wchodziły tu w grę również pewne polityczne względy. Papież Inocenty X skłaniał się ku Hiszpanom i nie był dobrze usposobiony do Francji, dla tego też pomoc, udzielona Boymowi w Wenecji przez ambasadę francuską, zgóry uprzedzała do niego Watykan. Kardynałowie zaczęli narady w jego sprawie na zebraniach de propaganda fide. Coraz większe ona budziła w nich zainteresowanie, lecz obrady się przeciągały i odwlekały zakończenie. Wyjaśniających wiadomości z Chin nie prędko można było się spodziewać.

Wreszcie po trzech latach, kiedy swoją godną postawą Boym obudził pewne do swej osoby zaufanie, a co najważniejsze, kiedy nadeszły listy biskupów z Goa i Makao, żądające przyspieszenia powrotu misji Boyma do Chin, dopiero wówczas specjalna komisja kardynałów ułożyła dla papieża sprawozdanie o sprawie Boyma i opowiedziała się za uznaniem jego osoby i jego mandatu. Na tej podstawie papież, teraz już Aleksander VII, postanowił przyjąć Boyma na audjencji i wręczył mu pisma do dworu chińskiego z datą 18 grudnia 1655.

Po trzech latach przymusowego pobytu w Rzymie, Boym niema już czasu do stracenia i 30 marca 1656 wyrusza z Lizbony w powrotną drogę do Chin.

Tymczasem w Chinach zaszły doniosłe zmiany. Mandżurowie zajęli już Kanton, Young-Li musiał ratować się ucieczką. Towarzyszący mu misjonarz Koffler został zamordowany. Zakończyła życie cesarzowa, tak samo i vice-król.

Kiedy cesarz Young-Li przebywał poza Chinami w kraju Birmanów, wówczas Boym wylądował w Sijamie. Działo się to w r. 1658. Tu zastaje instrukcje z Makao, aby zaniechał przyjazdu; misjonarze obawiali się represji ze strony Mandżurów, gdyby ci mieli się dowiedzieć o pobycie pośród nich posła pretendenta do tronu z dynastji Ming. Wobec tego Boym postanawia udać się tylko do Tonkinu. Trzeba było przypadku, że kiedy jego okręt, z Chińczykami na pokładzie, rozwinął żagle, wówczas piorun strzaskał maszt. Było to złą wróżbą. Kapitan nie chciał wyprowadzić okrętu na morze, a pilot wykonał obrót tak nieszczęśliwy, że wielu Chińczyków stracił z pokładu do morza. Nieszczęścia te zaczęto tłumaczyć obecnością misjonarza na pokładzie i postanowiono Boyma utopić. Szczęściem udało się Boymowi ocalić na łodzi, opuścić Sijam i ostatecznie dotrzeć do Tonkinu. W Tonkinie znów trudności w uzyskaniu pozwolenia na pobyt, po miesiącach wyrusza więc Boym do Kouang-si, chcąc dostać się do cesarza Young-Li. Lecz Young-Li wciąż jeszcze przebywa poza Chinami. Boym tułacz, sterany losem, u granic chińskich kończy życie 22 sierpnia 1659. Grzebie go nieodstępny od dziewięciu lat towarzysz Chińczyk Hien.

Jakżeż nie podziwiać niezłomności i hartu ducha Boyma, który wobec zmiennych kolei dworu Mingów, wytrwał na

posterunku i podjęty trud, mimo udręki, poniewierki i poniżenia, spełnił do końca? A w tym trudzie życia ile ten człowiek objawił żądzę wiedzy, skoro zostawił piękną spuściznę naukową, opartą na bogatym materiale, zebranym poza obowiązkami misjonarza w ciągu zaledwo pięcioletniego (1645—1650) pobytu na Haynanie, w Indochinach i w Chinach. Materiały te Boym częściowo porządkował podczas pobytu w Rzymie (1653—1655), lecz w jak ciężkich warunkach! Dziwnie tragiczny los zaciążył nad nim i prześladował go nawet po śmierci. Największe i najcenniejsze dzieło Boyma, o lecznictwie w Chinach, przywłaszczył sobie kto inny i wydał z pominięciem nazwiska autora.

II.

Botaniczna spuścizna Boyma nie była duża. W zakończeniu wydanego w Paryżu w r. 1652 francuskiego tłumaczenia relacyj Boyma o Chinach (polskie wydanie w „Listach różnych misjonarzy“, wydanych w Warszawie w r. 1756 str. 70) wymienione są dzieła, jakie zamierzał opracować. Między innymi jest tam wspomniany traktat o drzewach i owocach chińskich — pierwsza zapowiedź Flory chińskiej Boyma. W roku 1680 A. Cleyer, ten sam, który pod swoim nazwiskiem drukował we Frankfurcie dzieła lekarskie Boyma, wydał wyjątek z nich p. t. *Herbarium parvum sinicis vocabulis indicis insertis constans*. Pozatem do botanicznej spuścizny Boyma należy zaliczyć jego rysunki roślin na mapach Chin, o których dowiadujemy się z książki R. Chabrié. Jedna z nich, mapa ogólna, przechowuje się w bibliotece Urzędu hydrograficznego marynarki w Paryżu. Rysunki na niej przypominają Florę chińską Boyma. Inne szczegółowe mapy Chin Boyma w liczbie 18 znajdują się w Bibliotece Watykańskiej (Fonds Borgia Chinois Nr. 531). Według relacji R. Chabrié zdobią je również rysunki roślin i zwierząt, często nakładane subtelnymi barwami. Dwie z tych map, Nr. 15 i Nr. 18, R. Chabrié podaje w reprodukcji. Z nich jedna z wyspą Haynan. Narysowana na niej roślina, zdaniem R. Chabrié, ma być *Cinchona*, na drugiej zaś — *Nephelium*. Rysunki mają być wykonane z niezwykłą subtelnnością i z zadziwiającą lekkością ręki, a przytem z zachowaniem pięknej harmonji barw. Oto wszystko, co dochowało się z botanicznej spuścizny Boyma. Z tego jedynie

Flora sinensis jest dziełem w sobie zamkniętym. Rysunki na mapach najprawdopodobniej były dla niej pierwowzorami. Wynika to z dwóch ustępów we Florze chińskiej, które tu przytaczamy. W jednym z nich w zakończeniu „ad lectorem“ czytamy: „Nullum hic pictum videbis fructum europaeum. Studeo quoque omnes illos indicos pingere, quos passim Mappae circumferunt et aliquos sinicos, quos necum vidi“. W innym miejscu Boym wprost odsyła czytelnika do map, gdy kończąc rozdział o palmach, mówi: „Imaginem Persicae Palmae et Indicae supervacaneum duxi apponere, quod illa in libris, haec in mappis facile videri possit“. Stąd wnosić należy, że między „*Flora sinensis*“ Boyma a jego mapami Chin istnieje ścisły związek.

Rękopis flory Boym złożył Jezuitom przed powtórny wyjazdem do Chin. Po uzyskaniu 22 lipca 1655 aprobaty generała T. J. w Rzymie G. Nickela, wydano ją w Wiedniu w r. 1656 już po wyjeździe Boyma z powrotem do Chin. *Flora sinensis* jest to rzadkość bibliograficzna i był czas, kiedy nawet sądzono, że wogóle ona z prasy drukarskiej nigdy nie wyszła. W katalogu berlińskiej antykwarni Junka z r. 1930 znajdujemy ją z uwagą, że w ciągu 20 lat z drukiem tym ani razu się nie spotkano. Niedawno zaś Koehler w Lipsku wymienił florę Boyma, ustalając jej cenę na 350 marek. W obu tych egzemplarzach tablice są kolorowane, zgodnie z tem, co o florze Boyma podaje znana bibliografja Pritzla (1851) pod Nr. 1214. W Polsce do ostatniego roku mieliśmy jeden tylko egzemplarz tej flory w Bibliotece Jagiellońskiej, lecz z tablicami czarnymi. Niedawno udało się p. Dr. Kotuli, Dyrektorowi Biblioteki Uniwersytetu J. K. nabyć egzemplarz z tablicami kolorowanymi, wprawdzie z dużym defektem, bo bez karty tytułowej, lecz za niską cenę.

Obecnie mamy więc w Polsce dwa egzemplarze Flory chińskiej Boyma, jeden z czarnymi, drugi z kolorowanymi tablicami.

Typograficznie dzieło Boyma przedstawia się wykwintnie, może dzięki temu, że dedykowano je arcyksięciu austrijackiemu, królowi Węgier Leopoldowi. Na karcie tytułowej można wyróżnić 16 typów czcionek, opisy roślin również różnym drukiem złożone.

Rękopis flory Boym wykończył w Rzymie w latach 1653—1655. Za tem przemawia jego wzmianka, że nie przypomina sobie nazwy jednej rośliny, którą opisuje jako *Innominatus fructus*, jak również i to, że uwzględnił spostrzeżenia, poczynione w drodze powrotnej z Chin — „cum iter ab Sinis in Europam peragerem“. W Wiedniu nad drukiem flory autor prawdopodobnie nie czuwał, zdaje się że nawet wcale tam nie był, i tem należałoby tłumaczyć, że we florze dużo pozostało błędów. Brzmienia nazw roślin w tekście z tego samego powodu również nie zawsze wypadły zgodnie z napisami na tablicach.

Całość obejmuje 71 stron in folio, z czego na właściwy tekst przypada tylko 48. W tem roślinom poświęcono zaledwie 23 strony i 17 tablic, ilustrujących 19 roślin; resztę wypełniły dedykacje, przedmowa, opisy kilku okazów fauny, śród nich nawet afrykańskiego hipopotama, oraz obszerna wiadomość o znalezionym w Chinach kamieniu z wyrytym na nim krzyżem i z napisami.

Mimo skromnych rozmiarów dzieła, u nas przypisywano mu duże znaczenie, zdawało się bowiem, że było ono pierwszym, jakie wogóle ukazało się pod nazwą flory, zresztą tak samo o niem sądzą autorzy wychodzącej obecnie flory Z. S. S. R. Lecz pod tym względem Boyma wyprzedził naprzód Jungermann, który, według bibliografji Pritzla, w r. 1623 wydał „Cornucopiae florum Giessensis“, potem zaś Paulli, autor flory duńskiej z r. 1648. Co jednak Boymowi należy przyznać, to to, że swoją Florą chińską wyprzedził inne „flory“ Dalekiego Wschodu. Jeśli zaś idzie o zakres treści, to bodajże więcej materiału do flory Chin i Indyj zebrał już w XIII w. Marco Polo, który na wschodzie spędził 25 lat. Boym w jednym miejscu flory nawet powołuje się na niego, jego również zdaje się ma w myśli, kiedy w jednym z listów mówi: „to jest pewna, że magister Paulus Venetus Roku 1275 do Chin przybył, y jak o innych krajach, tak też o tem wielkiem Państwie potomnym wiekom piękne zostawił annotacye“. Tak samo dużo materiału zebrał w XVI w. Garcia del Huerto i Chr. del Costa. W ich zestawieniach można odnaleźć wiele z tych roślin, które później, po stu latach, będzie opisywał Boym. Słusznie więc K. Sprengel w swojej historii botaniki (1818, t. 2, str. 67) pisze, że *Flora sinensis* Boyma zawiera wiele roślin już znanych.

Autor ten przyznaje jednak, że u Boyma znajdują się trzy rośliny nowe, a mianowicie: *Artocarpus incisa*, *Durio zibethinus* i *Dimocarpus litchii* (= *Litchi sinensis* Sonn.). Twierdzenie to nie zupełnie jest ścisłe, gdyż podany przez Boyma rysunek owocu *Artocarpus*, zgodnie z oznaczeniem B. Namysłowskiego, raczej odpowiada *Artocarpus integrifolia*. Co zaś do *Durio zibethinus*, to roślinę tę na sto lat przed Boymem w r. 1563 podał Garcia del Huerto. Naukowa zatem wartość Flory chińskiej Boyma nie jest wielka i ustępuje jego pismom o sztuce lekarskiej w Chinach. Lecz dla nas w każdym razie pozostanie ona jako cenny dokument, świadczący, że już w tak odległych czasach wśród podróżników krajów wybitnie żeglarskich znalazł się Polak, który dotarł do najdalejszego wschodu. Poszedł na kraj świata nie w pogoni za zyskiem, bo nie miał żadnych celów handlowych ani kupieckich. Pobudzony żądzą wiedzy, w warunkach niezwykle trudnych potrafił przy swoich obowiązkach misjonarskich pracować z pożytkiem dla pomnożenia ogólnoludzkiego skarbu wiedzy. To też imię Boyma wśród pierwszych badaczy Wschodu pozostanie niezatarte.

W Chinach zajmowała go przede wszystkim sztuka lekarska. Opis każdej niemal rośliny uzupełnia on wykazem chorób, w jakich ją tam stosują. Dobór roślin ogranicza do takich, które go uderzały jużto swojemi właściwościami, nie spotykanemi u roślin europejskich, jużto pokrojem lub sposobem owocowania. Inne cechy traktuje dość pobieżnie, jakkolwiek często zwraca uwagę na sposób wzrostu roślin, na ich rozgałęzienie, na kształty i wymiary liści, a nawet parokrotnie notuje przebieg wiązek w liściach. Zaznacza więc, że „folium cinnamomi tres nervos habet“, liście zaś pieprzu mają „fibras distantes“, jużto „ordine aequali“, jużto „inaequali“. Najmniej zatrzymują go kwiaty, poprzestaje na podaniu ich barwy i tylko jeden raz zaznacza pokrój kwiatu, przypominający duży fiołek — „ramus onustus floribus violis magnis non absimilibus“. Z drugiej strony Boym niejednokrotnie bardzo trafnie odróżnia rodzaje roślin od gatunków więc np. o Giambo mówi, że „duplicem habet speciem“, a o palmach kokosowej i daktylowej, że „duplicis est generis Palma“; bardzo dobrze opisuje złożony owoc

Artocarpus, mówiąc, że jest to „fructus unus vel (ut verius dicam) plures in uno reclusi“. Przy sposobności opisuje stosowane w Chinach różne sposoby rozmnażania roślin i wspomina, jako o rzeczy, której nie spotykał w Europie, o szczepieniu gałązek jednego drzewa na gałązki innego, dzięki czemu później z jednego pnia powstają różne owoce. Omawiając *Mangifera indica*, przytacza szczepienie tego drzewa na Cedrze, przez co owoc „odorem et corrugatam pellem mutat“. Pogląd, rzecz jasna, mylny. W opisie palmy daktylowej Boym podkreśla jej dwupienność i stwierdza, że „solum arbor faemina fecunda est, sinimirum vicinam masculam habet palmam“. Niebyłoby jednak słusznem wnosić stąd, że to twierdzenie Boyma opierało się na jego doświadczeniu, tak samo jak nie można sądzić, aby doświadczeniem zdobył swoje przekonanie o płciowości u roślin ten świątły kapłan wielkopolski z XVI wieku, którego przybyły z Włoch ksiądz z powodu takiego poglądu uważał za zdziwaczałego¹). Do wieku XIX. nawet zawodowi botanicy mieli podzielone zdania co do płci u roślin, chociaż dziś zasługę doświadczalnego stwierdzenia płci u nich przyznaje się Camerariusowi z końca XVII w., może nawet z krzywdą dla niektórych jego poprzedników. Spostrzeżenia zaś, jakie pod tym względem poczynił Boym na palmach, znajdujemy tak samo wypowiedziane już u Teofrasta.

W opisach roślin Boym niejednokrotnie podaje sposoby przeróbki ich owoców i zaznacza, które z nich są przedmiotem handlu. Mówiąc o bananach, podkreśla, że w Chinach ich owocostany zdejmuje się jeszcze w stanie niedojrzałym i pozwala się im dopiero dojrzewać albo w wapnie albo w ryżu. Parę razy robi wzmianki o użyźnianiu gleby. Pod pieprz np. użyżnia się ją „cinere fimoque boum“, a pod palmę kokosową — „stercore bovis aut cinerea terra“. Często spotyka się u Boyma porównania i powołania się na rośliny europejskie lub do Europy importowane. Są więc wzmianki o jabłoni, gruszy, granatach, śliwie i brzoskwini, migdale, kasztanie, fidze, leszczynie, cytrynie, pigwie (*Cotonea*), cedrze,

¹) P. prof. K. Chylińskiemu zawdzięczam, że zwrócił moją uwagę na ten ustęp w „Wędrówkach umysłowych“ H. Rzewuskiego.

jałowcu, oliwce, laurze, drzewie muszkatolowem i gwoździkowem, a dalej — o ogórku, dyni i melonie, o karczochach, róży, lilji, fiołku, trzcinie i ryżu. Trudno dojść, jakie miał Boym rośliny w myśli pod nazwami „*Giangame*, *Giambolane* i *Carambole*“, których nie opisywał, ponieważ „*non sunt tanti momenti, ut illorum habeatur specialis descriptio atque declinatio*“. Być może, *Giambolane* były to pomarańcze, a *Carambole*-afrykańska *Averrhoa Carambola* — lecz to nie jest pewne.

Wszystkich roślin mniej lub więcej dokładnie opisanych we florze Boyma jest 27. Rzecz szczególna, że nic on nie mówi np. o herbacie, a opisuje pięć roślin pochodzących z Ameryki. O ananasie mówi, że według podań, został sprowadzony z Brazylii — „*ex Brasilia dicitur fuisse apportatus*“, o bananach, których miejsce wyznacza w Azji tropikalnej, mówi, że w Damaszku nazywają się *Musa*, a w Brazylii — *Banana*, wreszcie o Imbirze, że najlepszy uprawia się w Chinach i w Brazylii. Wszystko to są dowody bardzo dawnej wymiany płodów między lądem starym i nowym.

III.

Boym zdawał sobie sprawę, że jego *Flora sinensis*, nawet ograniczona do drzew i roślin użytkowych, bynajmniej nie wyczerpuje przedmiotu. Pisał on, że „*libellus praecipuos Indiarum et Sinarum fructus et arbores, aliquos etiam aromaticas et non nulla animalia, quae Sinenses praeter nostratia habent obijcit*“. A jeżeli w zakończeniu dodaje: „*sunt praeterea alii fructus apud Sinas, quorum nomina non me fugiunt, sed quod necum figuram et saporem illorum perspectum habuerim, studio reliquendos judicavi*“, to widać, że zamierzał studja swoje prowadzić dalej. Niestety, nie było mu to sądzone.

Do oznaczenia opisanych przez Boyma roślin często wystarczają przytoczone ich nazwy łacińskie, portugalskie lub nawet chińskie. W ten sposób łatwo można się zorientować co do palm — (*Phoenix dactylifera* L. i *Cocos nucifera* L.), *Papaya* — (*Carica papaya* L.), *Lici* — (*Litchi chinensis* Sonn.), *Manga* — (*Mangifera indica* L.) (rys. 1), *Zingiber* — (*Zin-*



Rys. 1.

Man-ko, Manga — *Mangifera indica* L.

giber officinale Roscoe), Piper — (*Piper nigrum* L.), Goya — (*Psidium guayava* Raddi), Duliam — (*Durio zibethinus* L.); Rhabarbarum — (*Rheum officinale* Baill.), Cinnamomum — (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn).

Czasem odrazu po samych rysunkach można rozpoznać rośliny, o których mowa, jak np. *Areca catechu* L., *Musa sapientum* L., *Anacardium occidentale* L. i *Ananas sativus* Lindl. Zdarza się jednak, że ani opisy, ani przytoczone nazwy, ani nawet ryciny nie wystarczają do pokonania trudności przy oznaczaniu roślin chińskiej flory. Odnosi się to szczególnie do roślin pod nazwami: Giambo, Pipa, Supim, Yata, Innominatus fructus i Radix sinica seu China. Z tych jedynie Pipa, zdaje się, była oznaczona dobrze, jako *Eriobotrya japonica* Lindl., dwie zaś inne, a mianowicie: Yata i Radix china u nas oznaczono mylnie, jako *Garcinia mangostana* L. i *Cinchona calisaya*. Nadal pozostawały, jako zagadkowe rośliny: Giambo, Supim i Innominatus fructus.

O roślinie zwanej Yata, Boym pisze, że rośnie ona w Indjach, głównie na półwyspie Malacce, skąd ją przeniesiono do Chin. Owoc jej barwy zielonej ma przypominać szyszkę — „viridem corticem et piniferum habet“. Mięsz jego ciekły, biały jak śnieg, smakiem przewyższa „dulciarium“, które portugalczyki nazywają „mangiar Peale“. Wewnątrz „in multis cellulis“ zawiera czarne twarde pestki. Im jest większy, tem więcej go się ceni. Owoc narysowany na tablicy, przypomina swoim pokrojem żeński kwiatostan chmielu, oczywiście powiększony. Wszystko to zbierając razem, widzi się, że nie można tej rośliny uważać za *Garcinia mangostana* L., raczej będzie to *Anona squamosa* L. Owoce Anony, wielkości pomarańczy, jakby okryte były dachówkowato ułożonymi zielonemi, niebiesko nabiegniętymi łuskami, o mięszu soczystym białym. Roślina pochodzenia amerykańskiego. Z Ameryki podano ją poraz pierwszy w r. 1525, później w r. 1563 wymienia ją Garcia del Huerto między indyjskimi roślinami lekarskimi. Byłaby to zatem jedna z najdawniej hodowanych w Chinach roślin amerykańskich. O tej roślinie Boyma, którą, jak wyżej wspomnieliśmy, u nas oznaczono mylnie jako *Garcinia mangostana*, podano jednocześnie, że owocem jej niegdyś mieszkańcy półwyspu Malakki płacili haracz Chinom.

Wynikło to z błędnego tłumaczenia słów Boyma w opisie tej rośliny, że „in Indijs et potissimum Agro malacensi reperitur, qui Sinis olim tributum pendebat“, co wszak znaczy tylko, że okolica Malakki, gdzie ta roślina występuje, niegdyś Chinom haracz płaciła.

Drugą błędnie u nas oznaczoną rośliną jest ta, którą Boym opisał pod nazwą „Radix sinica seu China“. Mniemano, że idzie tu o *Cinchona calisaya* Wedd., dostarczającą kory chinowej; taki sam błąd ostatnio popełnia również R. Chabrié, autor dzieła o Boymie, które przytoczyliśmy i z którego niejedno o życiu Boyma zaczerpnęliśmy. Wiadomo przecież skądinąd, że korę amerykańskiej rośliny *Cinchona calisaya* do Europy nadesłano dopiero w r. 1640, podczas gdy *Radix sinica*, według Boyma, z Chin wprowadzono do Europy o całe sto lat wcześniej — w r. 1535. Nazwa zatem „Radix sinica“ nie mogłaby się odnosić do drzewa chinowego. Zresztą rysunek Boyma wyraźnie wskazuje na zupełnie inną roślinę. *Radix sinica* Boym przedstawia jako pnąc o pędach wiotkich, pogiętych, wyrastających z bulwiastego korzenia, i dodaje w opisie, że jest to „arbor spinarum asperitate conspicua“. Gdy zaś mówi o sposobie jej użytkowania, to podaje wyraźnie, że Chińczycy jej „radicis teneram pulpam comedunt“, a dalej, że „quae (sc. radix) magis ponderat, melior esse censetur“. Użycie korzenia tej rośliny w Chinach ma znaczenie lecznicze, między innymi, ma usmierać ból kości — „ossium dolores“. Stąd u nas od razu wywnioskowano, że roślina ta jest lekiem przeciw influenzie, a następnie, że korzenia jej zażywa się w postaci proszku, który im jest cięższy, tem lepszy (sic!), jednym słowem, że roślina, dostarczająca takiego leku, musi to być drzewo chinowe, za czem miałyby również przemawiać jej nazwa.

Wszystko to jest błędne od początku do końca. Zestawiając opis Boyma z jego rysunkiem, nie można ani chwili wątpić, że roślina pod nazwą „Radix sinica seu China“ wcale nie jest *Cinchona*, trzeba natomiast przyjąć, że będzie to raczej *Smilax sinica seu China* L., której nie kora, lecz bulwiasty korzeń miał zastosowanie w lecznictwie jako *Radix seu tubera chinae*. „Pefolim“, lub „Folim“ jest jej nazwa chińska, natomiast nazwa drzewa chinowego „China“ nie po-



Piper

胡椒 Hû

樹 Cyao

China

茯苓 Fô

樹 Iim

樹 Xü.i. Arbor

根 Kên.i. Radix

Rys. 2.

Q — Hu-cyao — *Piper nigrum* L.; T — Radix sinicas. China —

Smilax sinica L.

chodzi od Chin, jakby to mogło się zdawać, lecz jest lokalna amerykańska (rys. 2).

Wspomnieliśmy, że inny rysunek tej rośliny, zrobiony przez Boyma, znajduje się na jego watykańskiej mapie Nr. 15, reprodukowanej w książce R. Chabrié. Różnica tylko w tem, że rysunek na mapie jest jakby odbiciem w zwierciadle rysunku umieszczonego we *Flora sinensis*.

Roślinę *Smilax sinica seu China* L. przed Boymem podał w r. 1563 z Chin Garcia del Huerto, Monardes wymienił ją wśród roślin lekarskich w r. 1580, a dokładny jej opis wyszedł w *Cosmographie universelle* A. Theveta w r. 1575.

Z roślin Boyma u nas dotąd jeszcze nie zidentyfikowanych najmniej nastroczałaby trudności ta, którą on podał pod nazwą „Giambo“. Dwa jej gatunki Boym wyróżnia: jeden w Indjach o owocach białych lub czerwonych, drugi na Malacce oraz w Chinach w Makao i na wyspie Hiam-Xan o owocach żółtych. Gatunek indyjski ma kwiaty czerwone, chiński — żółte. Pień drzewa i gałęzie o korze szarej. Owoc duży, jak jabłko, o miąższu delikatnym, gąbczastym białym, „loco seminis“ zawiera „rotundum nucleum“. Do tego opisu Boym dodaje, że „verum Giambo flavi coloris duos nucleos aut potius unum in duos distinctum recondit“ oraz, że jest „rosarum fragrantium redolens odorem“. Wobec tego, zdaje się nie ulegać wątpliwości, iż pod nazwą „Giambo“ kryje się *Jambosa*. Giambo o kwiatach białych i czerwonych byłaby to *Jambosa malaceusis* Dl., odpowiadająca rysunkowi Boyma, natomiast Giambo o żółtych kwiatach, które Boym nazywa „verum“ i z Chin podaje, byłaby to *Jambosa vulgaris*, drzewo istotnie o korze szarej i o żółtych owocach, odznaczających się zapachem róży.

O wiele trudniej dojść, jaka roślina kryje się pod nazwą „Supim“, gdyż opis jej jest bardzo niedostateczny. Ma ona być wyłącznie chińską, o owocach barwy żółtej i czerwonej — „fructus est aurei et purpurei coloris“ — z miąższem miękkim czerwonym. Po ususzeniu owoce mają przypominać europejskie figi. W Chinach owoc jest w dużej cenie i dlatego drzew owocujących stale się tam chroni przed ptactwem. Rysunek pozwala przypuszczać, że właśnie tu, a nie pod tytułem Yata, może być mowa o *Garcinia mangostana* L. Na toby

wskazywały silnie rozwinięte i pozostające na owocach części okwiatu oraz charakterystyczne tarczowate znamiona.

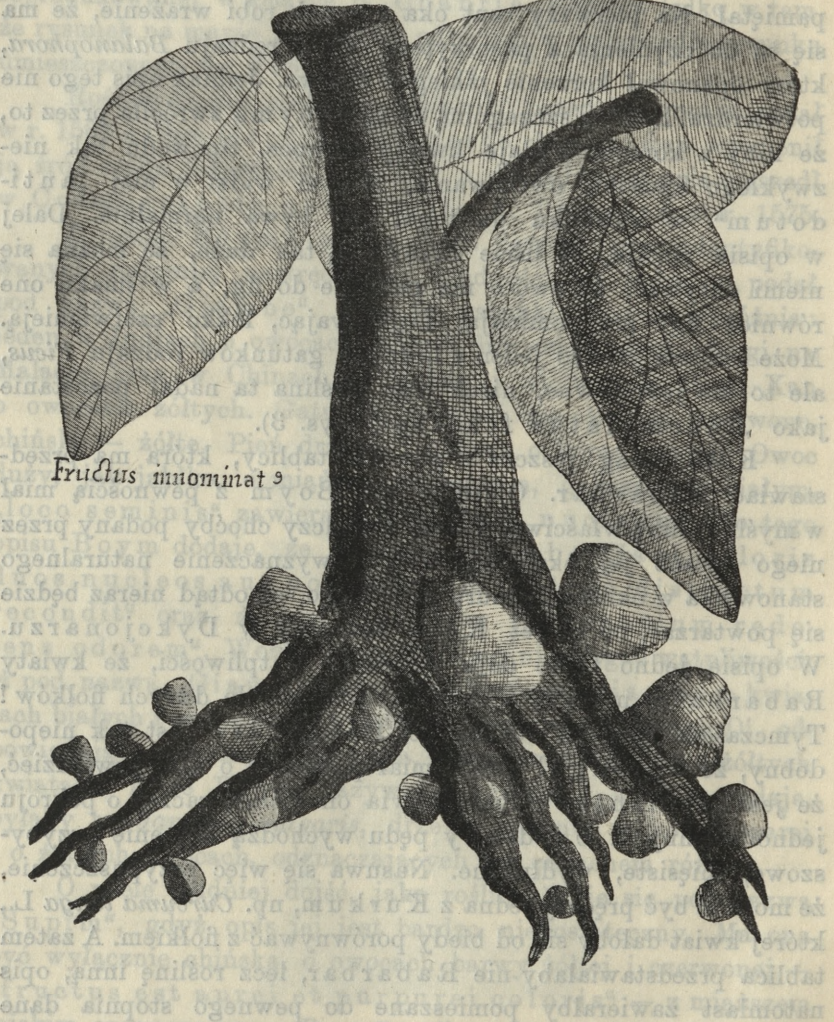
Najtrudniej dojść, do czego może się odnosić *Innominatus fructus*, którego chińskiej nazwy Boym nie zapamiętał. Na pierwszy rzut oka rysunek robi wrażenie, że ma się tu do czynienia z pasorzytem, np. z rodzaju *Balanophora*, który opanował korzenie jakiegoś drzewa. Jednak opis tego nie potwierdza. Roślina szczególną uwagę Boyma zwróciła przez to, że niby z korzeni wydaje kwiaty i owoce. Spowodu tak niezwykłego sposobu owocowania, Boym widzi w niej „antidotum“ w stosunku do tego, jak bywa normalnie. Dalej w opisie podaje, że liście drzewa są tak duże, że można się nimi okrywać, że owoce ma podobne do fig, a w smaku one również figi przypominają. Dojrzewając, lekko czerwienieją. Może istotnie jest to jeden z licznych gatunków rodzaju *Ficus*, ale to nie jest pewne, niech więc roślina ta nadal pozostanie jako „*Innominatus fructus*“, (rys. 3).

Kilka uwag jeszcze z powodu tablicy, która ma przedstawiać Rabarbar. Opisując go, Boym z pewnością miał w myśli roślinę właściwą. O tem świadczy choćby podany przez niego sposób jej eksploataowania i wyznaczenie naturalnego stanowiska w okolicach muru chińskiego, co odtąd nieraz będzie się powtarzać, co nawet Kluk zaznaczy w *Dykcjonarzu*. W opisie jedno tylko daje powód do wątpliwości, że kwiaty Rabarbaru miałyby być nieco podobne do dużych fiołków! Tymczasem rysunek rośliny do Rabarbaru jest tak niepodobny, że Sprengel (1818) miał podstawę o nim powiedzieć, że jest „erdichtet“. Przedstawia on roślinę raczej o pokroju jednoliściennych. U podstawy pędu wychodzą korzenie przybyszowe, mięsiste, wydłużone. Nasuwa się więc przypuszczenie, że może to być prędzej jedna z Kurkum, np. *Curcuma longa* L., której kwiat dałoby się od biedy porównywać z fiołkiem. A zatem tablica przedstawiałaby nie Rabarbar, lecz roślinę inną, opis natomiast zawierałby pomieszane do pewnego stopnia dane odnoszące się i do Rabarbaru i do Kurkumy.

Rabarbar od niepamiętnych czasów jest w Chinach w uprawie, tam jego ojczyzna, stamtąd drogą lądową przez Syberję i Rosję szły jego transporty do Europy. Manardus, lekarz z Ferrary, w swoich „*Epistolae medicinales*“

Wskazywały silnie rozwinięte i rozgałęzione na owocach części
 okwisa oraz charakterystyczne łazowate znamiona.
 (Najbardziej doświadczonego może się odnosić Inno-
 minatus fructus, którego nazwę Boym nie za-
 panuje, ale w rzeczywistości, że ma

P



Rys. 3.

„Innominatus fructus“ jest w Chinach
 w nzwawtym tam „ego otyczyma“, stanowi drogę lekową przez
 Syberję i Rosję, a jego transport do Europy Mandarini
 lekarzy i lekarzy, w swym „Epidioloie medicinalis“

(1540) nadmienia, że słyszał od lekarzy króla Zygmunta I., iż kiedy podczas wojny moskiewskiej oddano Smoleńsk (1516), to wraz z nim również znajdujący się tam prawdziwy Rabarbar. — *Curcuma longa* L. już w XIII w. podawał z Chin Marco Polo.

Tablica i opis Rabarbaru niezbitcie dowodzą, że ostatecznej redakcji i druku Flory chińskiej Boyma dokonano bez autora. Dowodzą tego również liczne błędy druku, które nieraz mogą prowadzić do nieporozumień, np. gdy zamiast „est“ czyta się „et“, albo zamiast „inutilis“ wydrukowano „mutilis“ i t. p. Czasem niejasności pomnażają się wskutek błędnego tłumaczenia oryginału. Już parę razy przytaczaliśmy takie przykłady; tu dodamy, że zdanie Boyma w opisie Imbiru „qui jeiunus ex illo (sc. radice) aliquid sumit“ w polskiem tłumaczeniu brzmiało: „kto naczczo wypali nieco korzenia“. Wyraz „sumit“ tłumacz wziął za „fumat“, i stąd wypadło, że Chińczycy imbir palą, tak jak tytoń, kiedy właściwie oni go spożywają.

Zakończenie.

Tyle dla uzupełnienia i do pewnego stopnia poprawienia danych literatury o *Flora sinensis* Michała Boyma. Należy przypuszczać, że jego watykańskie mapy Chin jeszczeby niejedno wyjaśniły i pozwoliły lepiej ocenić jego zakres znajomości roślin. Już na mapie Nr. 18, reprodukowanej w książce R. Chabrié, można rozpoznać roślinę, jakiej niema we Florze. Jest to trawa o rozpięchłej wieszce, być może jaka z proso-watych. Objaśnienia na reprodukcji odczytać nie można. Druga roślina na tej mapie w postaci gałązki z liśćmi i kwiatami. Czy istotnie będzie to Lici, jak sądzi R. Chabrié, trudno ocenić, tem bardziej, że Lici (*Litchi chinensis* Sonn.) we Florze chińskiej wygląda inaczej, a podobna do niej *Euphoria longana* Lam. po chińsku nazwana jest Lum-yen, co nie odpowiada przytoczonym przez R. Chabrié nazwom: „yum-yum“ i „lucyn“.

Pozyskanie dobrych kopij watykańskich map Boyma byłoby bardzo pożądane dla polskich botaników, a nie wątpię, że zainteresowałyby również geografów.

Naogół *Flora sinensis* Boyma nie zupełnie odpowiada poziomowi wiedzy swojego wieku, niemniej autor jej, chociaż

*

nie mandaryn — a do niego zdaje się odnosić taka wzmianka St. Jaszowskiego w „Rozmaitościach Lwowskich“ z r. 1827 — cieszył się dużym poważaniem jako przyrodnik. Temu należy przypisać, że kiedy podczas pierwszej podróży do Chin zatrzymał się w Afryce na Mozambiku, to „judex civitatis“ przysłał mu głowę hipopotama do obejrzenia, Kafrowie kły zwierzęcia jemu ofiarowali, a pewien „nobilis Lusitanus“ zaprosił go na wyprawę w głąb Afryki.

Niech to wspomnienie będzie wyrazem czci dla pamięci Lwowianina, który dziełem swem i polskim pochodzeniem w 275 lat po skonie pociągnął ku sobie serce współczesnego Francuza.

Z Instytutu Biologiczno-Botanicznego Uniwersytetu J. K.

Rosliny we Florze chińskiej Boyma.

L. p.	Nazwy chińskie według Boyma	Dzisiejsze nazwy łacińskie	Pierwotne pochodzenie
1	Kia-giu s. Ka-giu	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Am., Ind. zach.
2	Fan-polo-mie, ab Indis Ananas	<i>Ananas sativus</i> Lindl.	Am., Ind. zach.
3	Yata	<i>Anona squamosa</i> L.	Am., Ind. zach.
4	Pim-lam	<i>Areca catechu</i> L.	Wyspy sundaj.
5	Polo-mie, ab Indis Guiaca	<i>Artocarpus integrifolia</i> Forst.	Indje, Chiny
6	Fan-yay-cu, na rys. Fan-yay	<i>Carcia papaya</i> L.	Am. trop.
7	Kuey-pi	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Breyn.	Pld.-wsch. Azja
8	Yay-cu (Palma indica s. sinica)	<i>Cocos nucifera</i> L.	Ceylon, Malaka
9	Du-liam, na rys. Du-ri-am	<i>Curcuma longa</i> L. (?)	Azja pld.-wsch.
10	Pi-pa	<i>Durio Zibethinus</i> L. Lindl.	Azja pld.-wsch.
11	Lum-yen	<i>Eriobotrya japonica</i> Lam.	Azja pld.-wsch.
12	Inominatus fructus	<i>Euphorbia longana</i> Lam.	Azja trop.
13	Su-pim	?	Chiny
14	Giam-bo, na rys. Giam-po	<i>Garcinia mangostana</i> L.	Malakka
15	Giam-bo	<i>Jambosa malaccensis</i> DC.	Indochiny
16	Li-ci	<i>Jambosa vulgaris</i> DC.	Indochiny
17	Man-ko, ab Indis Man-ga	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	Azja, Chiny
18	Pa-cyao, in Brasilia-Banana	<i>Mangifera indica</i> L.	Ind. wsch.
19	Yay-cu (Palma persica)	<i>Musa sapientum</i> L.	Azja, Afr. i Austr.
20	Pim-lam	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Afr. pld.-zach., Azja
21		<i>Piper betle</i> L.	Indochiny
22		<i>Piper longum</i> L.	Indochiny
23	Hu-cyao	<i>Piper nigrum</i> L.	Indochiny
24	Cieu-ko, ab Indis Goyava, na rys. Cheu-ko i Coyava	<i>Psidium Gayaca</i> Raddi.	Am. trop.
25	Tay-huam	<i>Rheum officinale</i> Baill.	Azja, Chiny
26	Pe-folim, na rys. Folim.	<i>Smilax china</i> L.	Azja wsch.
27	Sem-kiam	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe.	Ind. wsch., Chiny

RÉSUMÉ

L'auteur expose d'abord la biographie de Michał Boym, missionnaire polonais, originaire de Lwów, qui travaillait en Chine au XVII^e siècle. Pour cette biographie ont été utilisées, entre autres, les données publiées par R. Chabrié dans son livre intitulé: „Michel Boym, jésuite polonais et la fin des Ming en Chine“ (Paris 1933).

L'auteur s'occupe ensuite de l'activité botanique de Boym, surtout de sa „Flora sinensis“, publiée en 1656, en corrigeant plusieurs opinions erronnées émises par les auteurs polonais et étrangers sur l'ouvrage en question. Cette première flore de Chine est basée en partie sur les matériaux, contenus dans les cartes de Chine, composées par Boym et conservées à Paris et dans la Bibliothèque de Vatican. Les noms chinois des plantes, décrites et illustrées dans l'ouvrage, sont coordonnés avec les noms latins actuels.

L'article est écrit pour commémorer le 275^e anniversaire de la mort de Boym.

37	Сем-Кіш	Сем-Кіш
38	Бє-Ю-Іш' на Іаг' Бє-Іш'	Бє-Ю-Іш' на Іаг' Бє-Іш'
39	Лє-Ю-рлєш	Лє-Ю-рлєш
	І Сє-Ю-Іш'	І Сє-Ю-Іш'
34	Сієн-Кє' єр Індія	Сієн-Кє' єр Індія
38	Нн-сє-Ю	Нн-сє-Ю
33	Бім-Ієш	Бім-Ієш
31	Лє-Ю-Іш' (Бє-Іш' Бє-Іш')	Лє-Ю-Іш' (Бє-Іш' Бє-Іш')
30	Бє-сє-Ю' єр Біє-Іш' єр Індія	Бє-сє-Ю' єр Біє-Іш' єр Індія
18	Мн-Кє' єр Індія	Мн-Кє' єр Індія
17	Ті-сі	Ті-сі
16	Сієн-рє	Сієн-рє
12	Сієн-рє' на Іаг' Сієн-рє	Сієн-рє' на Іаг' Сієн-рє
14	Сн-біє	Сн-біє
13	Тє-ш-Лєн	Тє-ш-Лєн
11	Бі-Іє	Бі-Іє
10	Дн-Ієш' на Іаг' Дн-Ієш'	Дн-Ієш' на Іаг' Дн-Ієш'
8	Лє-Ю-Іш' (Бє-Іш' Бє-Іш')	Лє-Ю-Іш' (Бє-Іш' Бє-Іш')
8	Кнє-Іш'	Кнє-Іш'
4	Бє-Ю-Іш' єр Індія	Бє-Ю-Іш' єр Індія
2	Бє-Ю-Іш' єр Індія	Бє-Ю-Іш' єр Індія
4	Бім-Ієш	Бім-Ієш
8	Лє-Ю-Іш'	Лє-Ю-Іш'
8	Бє-Ю-Іш' єр Індія	Бє-Ю-Іш' єр Індія
1	Кнє-Іш' єр Індія	Кнє-Іш' єр Індія
1-2	Лє-Ю-Іш' єр Індія	Лє-Ю-Іш' єр Індія

STANISŁAW SMRECZYŃSKI

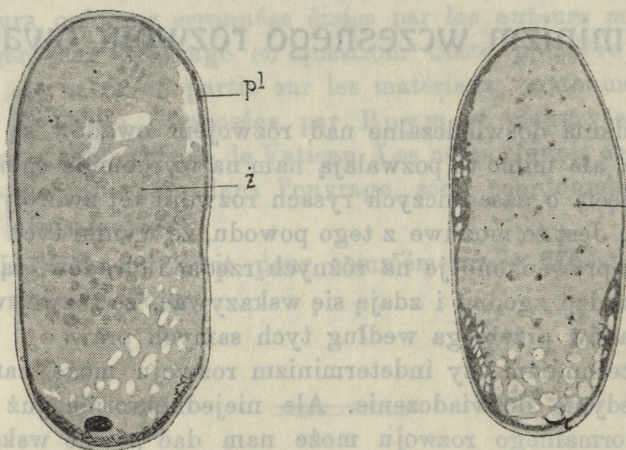
Determinizm wczesnego rozwoju owadów.

Badania doświadczalne nad rozwojem owadów są bardzo nieliczne, ale mimo to pozwalają nam na wyrobienie sobie pewnego pojęcia o zasadniczych rysach rozwoju tej zwartej grupy zwierząt. Jest to możliwe z tego powodu, że wyniki tych badań, choć przeprowadzono je na różnych rzędach owadów, są w zasadzie bardzo zgodne i zdają się wskazywać, że rozwój wszystkich owadów przebiega według tych samych praw.

Determinizm czy indeterminizm rozwoju może nam wykazać jedynie doświadczenie. Ale niejednokrotnie już obserwacja normalnego rozwoju może nam dać pewne wskazówki co do dalszych losów poszczególnych części zarodka i dlatego opis wyników doświadczeń poprzedzę krótkim zebraniem faktów, jakie w tej dziedzinie daje nam embriologia opisowa.

Jajo owadów jest dwubocznie symetryczne, zwykle wydłużone, wewnątrz jego wypełniają bardzo liczne płytki i kulki żółtka, tak że właściwa plazma twórcza rozpostarta jest pomiędzy nimi w formie bardzo delikatnej sieci. Na powierzchni jaja sieć ta przechodzi w warstwę plazmy powierzchniowej (rys. 1 *pl.*), nazwanej przez Weismanna „Keimhautblastem“, która u różnych owadów jest bardzo niejednakowo wykształcona. W niej leży jądro komórki jajowej. Jajo jest otoczone dwoma błonami, bardzo delikatną błoną żółtkową i chorionem, grubym, chitynowym, z reguły nieprzejrzystym. Na jednym z biegunów, który określamy jako przedni, znajduje się otwór mikropyle, umożliwiający plemnikowi wniknięcie do jaja.

Głowa larwy gotowej do wyklucia leży zawsze na tym biegunie, na którym znajduje się mikropyle. Według prawa, zwanego od swego odkrywcy prawem Halleza, owocyt przez cały czas swego wzrostu jest tak ustawiony w cewkach jajnika, że jego główne osi są skierowane zgodnie z głównymi osiami ciała matki. Mielibyśmy zatem tutaj związek przyczynowy między głównymi osiami ciała owada, a pozycją, jaką owocyt zajmuje w jajniku. Jednakże prawo Halleza, mimo że znane od dawna, nie zostało przez nikogo poddane gruntowniejszej analizie.



Rys. 1.

Rys. 2.

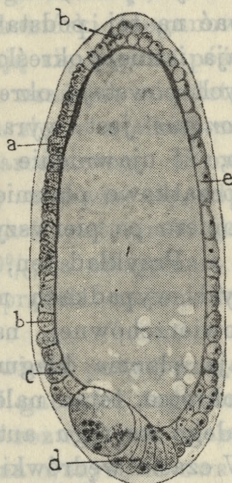
Jajo *Camponotus ligniperda*. Biegun przedni skierowany jest ku górze, strona brzuszna leży po stronie lewej. Według Hechta.
pl — plazma, *ż* — żółtko.

Jajo *Camponotus ligniperda*.
 Orientacja jak w rys. 1 —
bl — blastomery.

Po zapłodnieniu rozpoczyna się brózdtkowanie, zwane powierzchownym. Jądra rozmnażają się wewnątrz jaja (rys. 2 *bl*); są one otoczone niewielkimi ilościami plazmy, które za pośrednictwem cienkich wypustek łączą się ze sobą. W tym stadium więc jajo rozwijające się przedstawia syncytjum. Po utworzeniu się większej ilości jąder zaczynają one wędrować ku powierzchni wraz z otaczającymi wysepkami plazmy, wchodzą do warstwy plazmy powierzchniowej i ustawiają się tutaj obok siebie. Nieco później powstają granice, oddzielające po-

szczególne komórki, a następnie odgranicza się cała warstwa plazmy powierzchniowej od żółtka. W ten sposób wytworzył się na powierzchni żółtka jednolity jednowarstwowy nabłonek, zwany blastoderma albo nabłonkiem powierzchniowym. Po stronie brzusznej zaczyna się później wyodrębniać dzięki skupieniu komórek prążek zarodkowy, zbudowany z wysokiego cylindrycznego nabłonka, natomiast na pozostałej powierzchni jaja nabłonek spłaszcza się silnie i przedstawia materiał na błony płodowe.

Warstwa plazmy powierzchniowej jest zwykle jednakowo wykształcona na całej powierzchni jaja. Jedynie na tylnym biegunie można zauważyć w niej pewne różnice, wywołane czy to obecnością pewnych ziarenek, czy też odmiennym zachowaniem się wobec barwików, które spowodowały, że część tę określa się nazwą plazmy biegunowej. O jej znaczeniu wspomnę później. U niektórych owadów jednak można już w obrębie plazmy powierzchniowej wyróżnić pewne terytoria o odmiennym znaczeniu rozwojowym. Klasycznym przykładem w tym względzie są jaja mrówek, poznane dzięki badaniom Strindberga i ostatnio Hechta. U *Camponotus ligniperda* blastoderma od razu po swem utworzeniu się jest niejednakowa i wykazuje 6 części o różnym przeznaczeniu (rys. 3). Przednia połowa jaja po stronie brzusznej i bocznej zajęta jest przez wysoki, cylindryczny nabłonek, który przedstawia prążek zarodkowy rys. 3 a. Przed nim, na przednim biegunie i poza prążkiem, znajdują się komórki zwakuolizowane, z kulami żółtka, które wnet rozluźniają się i oddzielają od zarodka b. Część z nich tworzy niezupełną błonę płodową, serozę, zaś większość degeneruje w masę pianistą, która prawdopodobnie służy do odżywiania zarodka. Tylna grupa wymienionych komórek przechodzi bez ostrej granicy w pas, obejmujący tylną część jaja prawie po biegun tylny c. Komórki tego pasa sta-



Rys. 3.

Jajo *Camponotus ligniperda*. Orientacja jak w rys. 1. — Objasnienia w tekście.

piają się później w wielojądrowe komórki olbrzymie. Biegun tylny zajmują wysokie komórki, zwane bakterjocytami *d*, do których wchodzi symbiotyczne bakterje, znajdujące się w jaju. Wreszcie po stronie grzbietowej znajduje się syncytjum grzbietowe, złożone z płaskich komórek o niewyraźnych granicach *e*.

Bezpośrednio po zniesieniu jaja warstwa plazmy powierzchniowej jest zupełnie jednakowa (rys. 1); dopiero podczas pierwszych stadjów brózdowania, kiedy wewnątrz jaja znajdują się nieliczne jeszcze blastomery, a warstwa powierzchniowa jest od nich zupełnie wolna, pojawiają się w tej ostatniej miejscowe zgrubienia, odpowiadające późniejszym okolicom blastodermy (rys. 2). Możemy zatem, wraz z Hechtem, wnioskować na tej podstawie, że już w plazmie niepobródkowanego jaja istnieją określone różniące się morfologicznie okolice, z których powstają określone części zarodka. Rozwój zatem u *Camponotus* jest wyraźnie zdeterminowany. Ważne jest przytem to, że ujawnienie się różnic morfologicznych w jednakowej początkowo plazmie następuje dopiero po dojrzaniu albo może dopiero po pierwszych podziałach.

Przykład ten, jak wspomniałem, jest krańcowy, bo w innych wypadkach nie znamy takich różnic w obrębie plazmy powierzchniowej, natomiast bardzo często zaznacza się z tyłu jaja plazma biegunowa. Wygląd jej scharakteryzowałem już pokrótce, teraz należy omówić jej znaczenie. Dzięki badaniom całego szeregu autorów losy jej są zupełnie dobrze poznane. W czasie wędrówki blastomerów ku powierzchni jądra wchodzi do plazmy biegunowej na równi z całą powierzchnią warstwą plazmy, a po utworzeniu się granic komórkowych tworzą się tutaj albo komórki nieco większe od innych i wystające nieco ponad powierzchnię blastodermy, albo też powstają komórki, zwane biegunowemi, które oddzielają się zupełnie od reszty blastodermy i leżą przez jakiś czas wolno między zarodkiem a błoną żółtkową. Później wchodzi znowu w związek z embrjonem, dostają się do wnętrza zarodka i we wszystkich wypadkach bez względu na to, czy były przez jakiś czas oddzielone, czy nie, tworzą zawiązki narządów rozrodczych.

Obecność plazmy biegunowej, czy komórek biegunowych stwierdzono u całego szeregu owadów, ale nie u wszystkich. Znane są takie owady, u których warstwa plazmy powierzch-

chownej, nie wykazuje nawet tego zróżnicowania i jest zupełnie jednakowa na całej powierzchni jaja. Różnice te mogą łatwo nasunąć myśl, że różne owady rozwijają się nie według tego samego typu; owady takie, jak *Camponotus*, albo inne, które mają bardzo wyraźną plazmę biegunową, zdają się rozwijać według typu zdeterminowanego. Inne natomiast, u których brak zupełnie jakichkolwiek zróżnicowań w plazmie powierzchniowej, rozwijają się prawdopodobnie według typu niezdedeterminowanego. Seidel postawił sobie pytanie, czy obecność plazmy biegunowej może być wskaźnikiem przynależności do jednej, czy do drugiej grupy. Badania swoje przeprowadził nad pluskwikiem *Pyrrhocoris apterus*. U tego gatunku przez cały czas rozwoju nie pojawiają się zupełnie komórki biegunowe, a zawiązki gruczołów rozrodczych różnicują się bardzo późno w mezodermie. Rozwój cały poza tem robi wrażenie niezdedeterminowanego, co przedewszystkiem ujawnia się w wielkiej częstotliwości nieprawidłowego położenia prążka zarodkowego. U owadów z reguły podłużny prążek zarodkowy ustawia się odpowiednio do głównych osi jaja; u *Pyrrhocoris* natomiast ilość nieprawidłowych ustawień dochodzi do 50%, a odchylenia od prawidłowego położenia są tak silne, że prążek czasem leży w jaju poprzecznie, zamiast podłużnie.

Rozwój zatem *Pyrrhocoris* daje odpowiedź pozytywną na pytanie, jakie sobie postawił Seidel. U gatunku tego brak plazmy biegunowej wskazuje zarazem, że rozwój jest niezdedeterminowany. Jeżeli teraz uogólnimy to na wszystkie owady, a nie nie zdaje się takiemu uogólnieniu sprzeciwiać, to możemy na podstawie obecności plazmy biegunowej — co na ogół jest u owadów jedną z lepiej poznanych cech — ustawić je w szereg o rosnącym stopniu determinacji rozwoju. Szereg ten zaczyna się od niektórych owadów bezskrzydłych, jak *Japyx* i *Lepisma*, i przez *Pyrrhocoris*, szarańczaki, chrząszcze, mszyce, *Isotoma* prowadzi do muchówek i błonkówek.

Tyle daje nam embriologia opisowa. Doświadczenia, które zagadnienia interesujące nas tutaj miały wyświecić, są bardzo nieliczne, czemu nie można się dziwić, jeżeli się zważy wielkie trudności, z jakimi musi u owadów walczyć eksperymentator. Przedewszystkiem niewielkie wymiary jaj owadów utrudniają bardzo pracę, a w jeszcze większym stopniu odporność cho-

rionu na wszystkie czynniki i jego zupełna prawie nieprzejrzyistość. Operacje musi się przeprowadzać na ślepo, co oczywiście powoduje cały szereg utrudnień.

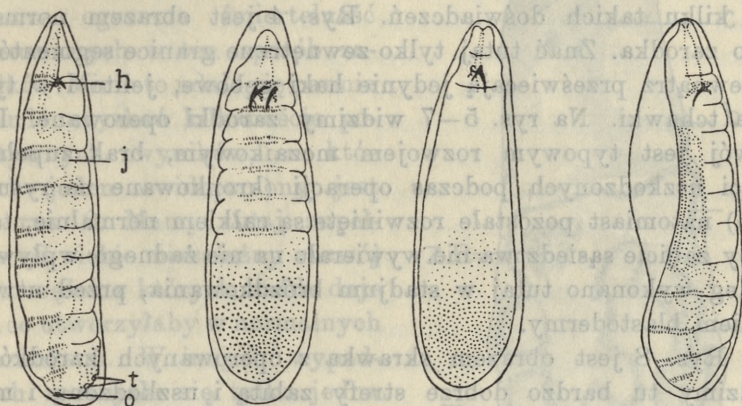
To też metody, jakie zdołano zastosować, redukują się do czterech: do zabijania części jaja gorącą igłą, promieniami pozafioletkowymi, przewężania jaj włosami i centryfugowania.

Pierwsze doświadczenia przeprowadził Hegner, posługując się przede wszystkim zarodkami chrząszcza amerykańskiego *Leptinotarsa*, znanego pod popularną nazwą kolorado. Nakłuchiwał on gorącą igłą części zarodka w różnych okresach rozwoju. Po nakłuciu w stadium blastodermi, wykonaniem z tyłu zarodka, powstawały normalne głowa i tułów, brak było natomiast odwłoka; przy większym uszkodzeniu rozwijała się tylko głowa. Jeżeli nakłuto przód zarodka tworzył się normalny odwłok bez głowy i tułowia. Jeżeli zabieg wykonano bezpośrednio po zniesieniu jaja, zatem na długo przed pojawieniem się blastodermi, to zabiciu ulegała jedynie plazma, jądra zaś nie, bo w stadium tem leżą jeszcze głęboko wewnątrz jaja. Wynik tych doświadczeń okazał się zupełnie taki sam, jak w poprzednio omówionych wypadkach, zawsze brakowało tej części zarodka, w której wykonano operację. Wreszcie przeprowadził Hegner doświadczenia nad znaczeniem komórek biegunowych. Usunięcie ich zimną igłą powodowało częściowy niedorozwój gruczołów rozrodczych, usunięcie natomiast gorącą igłą, jak i zabicie całej okolicy biegunowej bezpośrednio po zniesieniu jaja, wywołało zupełny brak gonad. Różne wyniki, jakie dawało nakłucie zimną i gorącą igłą, łatwo jest zrozumieć; zimna igła usuwała tylko niektóre komórki biegunowe, bo nakłucie nie jest dla komórki śmiertelne, o ile nie zniszczy jądra. Inaczej ma się rzecz z nakłuciem gorącą igłą; tutaj sumuje się działanie uszkodzenia i podwyższonej temperatury i rezultatem jest zabicie komórki.

Doświadczenia te wykazują jasno, że przeznaczenie poszczególnych części zarodka, które w embriologii doświadczalnej nazywamy prospektywnym znaczeniem, jest już ustalone w plazmie niepobródzowanego jaja. Prospektywne znaczenie określa nam zarazem u *Leptinotarsa* cały zasób możliwości rozwojowych poszczególnych części zarodka. Mówimy w takich wypadkach, że prospektywna moc, która u zarodków innych

zwierząt ujawnia się w wytwarzaniu z części embrjona więcej niżby się z nich normalnie wytworzyć powinno, jest równą prospektywnemu znaczeniu, t. zn., że zdolności regulacyjne nie istnieją. Determinacja komórek prarozrodczych, t. j. komórek biegunowych, jest bardzo ścisła, bo w razie ich usunięcia, nie mogą być przez żadne inne zastąpione.

Dalsze doświadczenia wykonał Reith na jajach muchy (*Musca*). Odpowiednio do postępu techniki metoda była już tutaj znacznie precyzyjniejsza, bo posługiwano się mikromani-



Rys. 4.

Rys. 5.

Rys. 6.

Rys. 7.

Rys. 4 Normalny zarodek *Musca domestica* bezpośrednio przed wykluciem. Według Reitha. *h* — haki gębowe, *j* — jelito, *o* — otwór odbytowy, *t* — tchawki.

Rys. 5—7. Zarodki częściowe *Musca domestica*, rozwinięte z jaj operowanych.

pulatorem i mikrotermokauterem Péterfiego, przyczem przez zbliżanie i oddalanie igły, jak i odpowiednie zmiany napięcia prądu, można stopniować uszkodzenia.

Uszkodzenia stają się widoczne dopiero po pewnym czasie, a rezultat doświadczeń wobec zupełnej nieprzejrystości chorionu można było odczytywać dopiero na preparatach. Do oceny wyników ważny jest czas, w którym wykonano zabieg, tem bardziej, że jajo muchy rozwija się bardzo szybko. Według Reitha jaja zostają zniesione w stadium 4—8 blastomerów, a po godzinie tworzy się już blastoderma. Jednak na skraw-

kach można ustalić dokładnie moment operacji. Zarodek operowany wykazuje na przekrojach trzy pasy: część zabita (rys. 8 c. z.) część przejściową (rys. 8 c. u.), uszkodzoną przez wpływ operacji i normalną. Część pierwsza nie rozwija się dalej i z czasem ulega degeneracji. W części drugiej plazma nie robi wrażenia uszkodzonej, ale jądra szybko stają się niezdolne do podziałów i później również rozpadają się. Z ilości jąder w tych strefach można dokładnie ustalić moment, w którym wykonano zabieg.

Rys. 5—7 przedstawiają nam, wybrane dla przykładu, wyniki kilku takich doświadczeń. Rys. 4 jest obrazem normalnego zarodka. Znać tutaj tylko zewnętrzne granice segmentów, a wewnątrz przeświecają jedynie haki gębowe, jelito i w tyle ciała tchawki. Na rys. 5—7 widzimy zarodki operowane. Ich rozwój jest typowym rozwojem mozaikowym, brak zupełnie części uszkodzonych podczas operacji (kropkowane na rysunkach) natomiast pozostałe rozwinięte są całkiem normalnie, tak jakby zabicie sąsiedztwa nie wywierało na nie żadnego wpływu. Zabieg wykonano tutaj w stadjum brózdtkowania, przed utworzeniem blastodermy.

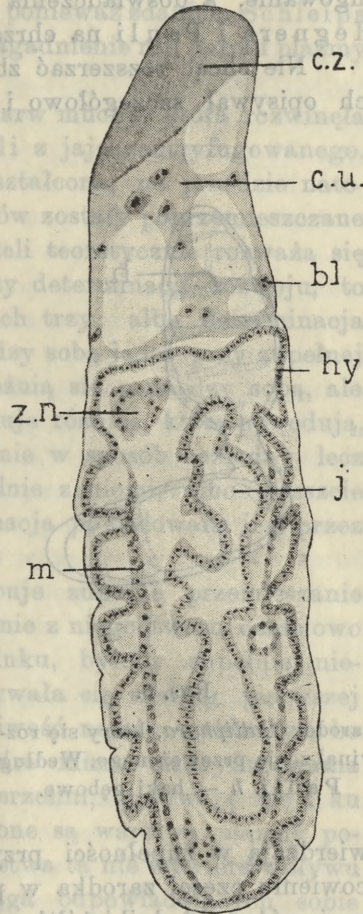
Rys. 8 jest obrazem skrawka z operowanych zarodków. Widzimy tu bardzo dobrze strefy zabita i uszkodzona i możemy zdać sobie odrazu sprawę, że operacja została przeprowadzona podczas brózdtkowania, zanim jeszcze pojawiła się blastoderma, bo w takim razie ślad jej spotkalibyśmy w strefie zabitej lub przynajmniej uszkodzonej. Mimo tak wczesnego momentu operacji znaczenie prospektywne części zarodka było już nieodwołalnie ustalone, bo reszta rozwinęła się tylko w to, co miała dać przy normalnym rozwoju. Jednakże bliższe przyjrzenie się tym przekrojom poucza nas, że pewne przynajmniej części dały nieco więcej, niż w normalnych warunkach. Odnosi się to przede wszystkim do nabłonka otaczającego zarodka, bo ulegając widocznie jakimś wewnętrznym prawom wzrostu, odgraniczył zarodka i od strony uszkodzonej strefy. W miejscu tem normalnie nie byłoby nabłonka, który tutaj wyrósł ku środkowi od brzegów. Podobnie ma się z jelitem i w mniejszym stopniu z kilku innymi narządami.

Na ogół biorąc wyniki tych doświadczeń są zupełnie zgodne z wynikami H e g n e r a. U muchy, podobnie jak u *Lep-*

tinotarsa, znaczenie prospektywne części zarodka jest ustalone bardzo wczesnie, jeszcze podczas brózdowania.

Obu tym grupom doświadczeń możnaby postawić zarzut, że części uszkodzone mogły wywierać jakiś wpływ na rozwijające się. Zarzutu tego nie można zrobić wobec doświadczeń panny Pauli, która przewężała włosem jaja *Musca* i *Calliphora*. Doświadczenia z natury bardzo niełatwe, utrudnia jeszcze ogromna śmiertelność operowanych w ten sposób zarodków. Mimo to udało się panie Pauli uzyskać kilkanaście pozytywnych wyników, z których jeden uwidoczniony jest na rys. 9. Mamy tutaj zupełnie od siebie niezależny rozwój obu części, z których każda daje to, co utworzyłaby w normalnych warunkach. W innych wypadkach rozwijała się tylko jedna z oddzielonych części, przednia albo tylna, ale wynik doświadczeń był zawsze identyczny: zupełnie niewątpliwy rozwój częściowy, jak w doświadczeniach Hegnera i Reitha. I tutaj operacje przeprowadzano podczas brózdowania, jeszcze przed pojawieniem się blastodermi.

Wszystkie dotychczas opisane doświadczenia wykazały ściśle umiejscowienie części zarodka podczas wczesnych stadiów brózdowania. Umiejscowienie to odnosi się do plazmy jaja, bo w wielu z tych doświadczeń uszkadzano we wczesnych

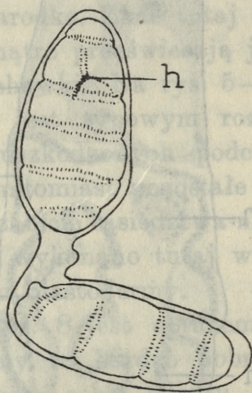


Rys. 8.

Przekrój przez zarodek częściowy *Musca domestica*. Według Reitha. c. z. — część zabita, c. u. — część uszkodzona, bl — blastomery, hy — hypoderma, j — jelito, z. n. — zwój nerwowy, m — mięśnie.

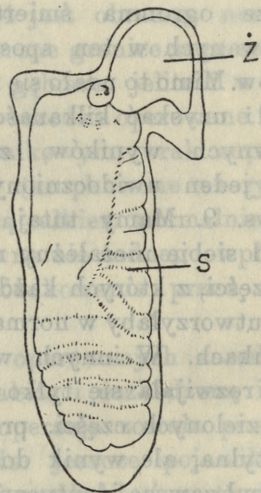
stadiach wyłącznie plazmę, nie jądra, a mimo to następował zawsze rozwój częściowy. Słuszność tego wniosku możnaby jeszcze bardziej podkreślić, jeżeli zdoła się przez przemieszczenie plazmy bez jej uszkodzenia, wywołać odpowiednie zmiany w rozwoju. Przemieszczenie takie jest możliwe przez centryfugowanie, a doświadczenia odnośnie zostały wykonane przez Hegnera i Pauli na chrząszczach i muchach.

Nie chcąc rozszerzać zbyttno obecnego artykułu, nie będę ich opisywał szczegółowo i podam tylko, że ich wyniki po-



Rys. 9.

Zarodek *Calliphora*, który się rozwinął z jaja przewężonego. Według Pauli. *h* — haki gębowe.



Rys. 10.

Zarodek *Calliphora* utworzony w jaju centryfugowanym. Według Pauli. *ż* — żółtko, *s* — granice segmentów.

twierdzą w zupełności przytoczone powyżej zdanie o umiejscowieniu części zarodka w plazmie jaja. Podczas centryfugowania różne składniki żółtka zostają uwarstwowane odpowiednio do swego ciężaru gatunkowego, plazma położona wewnątrz jaja zostaje skupiona bliżej bieguna dośrodkowego, ale nie miesza się przytem zupełnie z plazmą powierzchnną, która zostaje u chrząszczów przesunięta ku biegunowi dośrodkowemu, a u much ściągnięta z obu biegunów ku środkowi jaja. Odpowiednio do takiego ustawienia plazmy powierzchniowej pojawiają

się odchylenia od normalnego rozwoju, odmienne u much i chrząszczy, a potwierdzające całkowicie ścisły związek, jaki zachodzi między plazmą powierzchniową, a rozwijającym się z jaja zarodkiem.

Jeden przykład zmian spowodowanych przez centryfugowanie chciałbym omówić dokładniej, ponieważ zdaniem Schleipa daje on niewątpliwą odpowiedź na zagadnienie roli jądra i plazmy przy determinacji.

Rys. 10 przedstawia jedną z larw muchy, która rozwinęła się w doświadczeniach panny Pauli z jaja centryfugowanego. Część zarodka jest normalnie wykształcona, na przodzie natomiast widzimy, że granice segmentów zostały poprzemieszczane w sposób zupełnie chaotyczny. Jeżeli teoretycznie rozważa się możliwości roli jądra i plazmy przy determinacji rozwoju, to dochodzi się do wniosku, że jest ich trzy: albo determinacja następuje przez różniące się pomiędzy sobą jądra przy zupełnej jednolitości plazmy, albo jądra różnią się pomiędzy sobą, ale i plazma powierzchniowa też wykazuje różnice, które powodują, że jądra rozmieszczają się w niej nie w sposób bezładny, lecz odpowiednio do tych różnic i zgodnie z nimi, albo wreszcie wszystkie jądra są równe a determinacja powodowana jest przez różnice, istniejące w plazmie.

Przy centryfugowaniu następuje zupełne przemieszanie jąder wewnątrz jaja tak, że powstanie z niego tworzywo częściowo harmonijne, jak widać na rysunku, byłoby zupełnie niemożliwe, gdyby determinacja odbywała się według pierwszej alternatywy. Również i drugą możliwość należy wykluczyć, bo widać ze skrawków, że jądra, które mimo centryfugowania wykonują swą wędrówkę ku powierzchni, posuwają się i ku tym częściom jaja, które pozbawione są warstwy plazmy powierzchniowej. Widocznie zatem warstwa ta nie wywiera wpływu na ich rozmieszczenie i nie przyciąga odpowiadających sobie jąder. Pozostaje zatem, zdaniem Schleipa, jako jedynie możliwa, ewentualność trzecia. Determinacja jest więc uzależniona od różnic w plazmie; jądra, rozmieszczające się w niej bezładnie, nie wywierają na determinację początkowych okresów rozwoju żadnego wpływu, jednakże, jak poniżej omówione doświadczenia Seidla wykazują — w niektórych przynajmniej wypadkach obecność ich w plazmie jest koniecznym warunkiem

determinacji. Częściowe zaburzenia rozwoju, widoczne na rysunku, łatwo jest wytłumaczyć, bo przy centryfugowaniu plazma powierzchniowa została poprzesuwana i dlatego niektóre segmenty mają nieprawidłowe ułożenie.

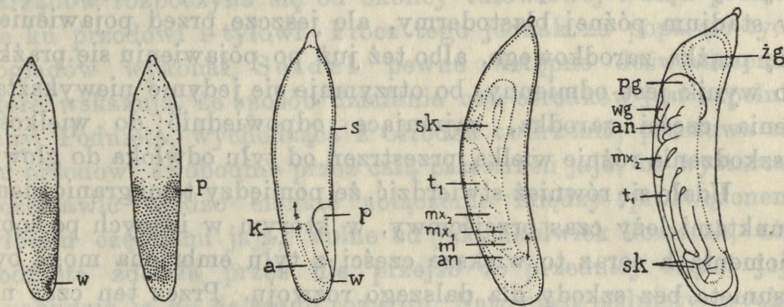
Przechodzimy wreszcie do omówienia najnowszych i najobszerniejszych doświadczeń Seidla. Autor ten badania swe przeprowadził na jajach ważki *Platynemis pennipes*, które tem się korzystnie odróżniają od poprzednio wymienionych, że mają chorion przejrzysty, tak że można pod mikroskopem dokładnie określić stadjum, w którym wykonujemy zabieg.

Najpierw jednak w kilku słowach musimy przedstawić normalny rozwój, który u tego gatunku biegnie nieco inaczej niż u większości owadów. Jajo jest 0.9 mm długie, 0.2 mm szerokie, grzbietowa strona jest płaska, brzuszna wypukła. Warstwy plazmy powierzchniowej niema zupełnie. W stadjum 64 blastomerów rozpoczyna się ich wędrówka na powierzchnię. Jądra przynoszą ze sobą swe plazmatyczne otoczki i tak tworzą warstwę plazmy na powierzchni. 9 pierwszych podziałów przebiega synchronicznie. Po ukończeniu 9-go podziału (stadjum 512 jąder) wytwarzają się granice komórkowe i powstaje blastoderma. Bródkowanie przebiega bardzo wolno i — rzecz ciekawa — wolniej z czasem tak, że np. gdy 1 i 2 podział trwa mniej więcej po 2 godziny, to 7—9 podział w tej samej temperaturze wymaga aż po 9 godzin. Po 9-tym podziale synchronja zanika, a wkrótce zaczyna się skupianie komórek na powierzchni, doprowadzające do utworzenia prążka zarodkowego rys. 11, 12. Prążek ten później zaczyna się na swym tylnym końcu wpuklać w głąb żółtka rys. 13, w tej zanurzonej pozycji następuje segmentacja i wytworzenie zawiązków narządów rys. 14, a wreszcie równocześnie z pęknięciem błon zarodkowych odbywa się odwiniecie zarodka, połączone z równoczesnym obrotem o 180° wobec swej długiej osi. Ostatecznie przybiera zarodek położenie, uwidocznione na rys. 15.

Przewężenie włosem, wykonane po pierwszych podziałach, ale jeszcze przed dojściem blastomerów do powierzchni, dało bardzo różne rezultaty. Śmiertelność była bardzo wysoka, a z 36 wyników pozytywnych 18 miało zawiązki zarodka, przed i poza przewężeniem, rozwinięte tak, jakby tego należało oczekiwać z poprzednio omówionych wyników innych autorów, t. zn.

przed przewężeniem rozwinęła się głowa, poza zwężeniem zaś reszta ciała. W 6 wypadkach przed przewężeniem powstał przód ciała, poza nim nic albo rozwój szybko się kończył, wreszcie w 12 wypadkach poza sznurem utworzył się zarodek, przed przewężeniem natomiast nie rozwinęło się nic.

Wyniki te stają się o wiele bardziej jednolitemi, jeżeli uwzględni się dokładnie, czy przewężenie było zupełne i całkowicie oddzielało obie części jaja, czy też istniało między nimi połączenie, choćby nawet bardzo cienkie. Części poza sznurem położone rozwijają się w obu wypadkach tak samo, przed



Rys. 11. Rys. 12. Rys. 13. Rys. 14. Rys. 15.

Rys. 11—15 Normalny rozwój *Platycnemis pennipes*. Według Seidla. *w* — miejsce, w którym następuje wpuklenie prążka zarodkowego do żółtka, *p* — płat głowowy, *s* — seroza, *a* — amnion, *k* — tył zarodka, *sk* — zawiązki skrzelo-tchawek, *t₁* — l. noga, *an* — rożki, *mx₁* — szczeka 1., *mx₂* — szczeka 2, *m* — żuwaczka, *pg* — puszka głowowa, *wg* — warga górna, *zg* — żółtko głowowe.

sznurem zaś tworzył się zarodek tylko wtedy, jeżeli przewężenie nie było zupełne. Przy zupełnym zaciśnięciu włosem przed nim nie tworzył się nigdy zarodek, mimo że były po temu wszelkie warunki. Istnieje zatem zależność rozwojowa przedniej części zarodka od tylnej.

Po tem nieoczekiwanem odkryciu należało, w miarę oczywiście możliwości, określić dokładniej miejsce, od którego zależność ta wychodzi. W tym celu wykonał Seidel cały szereg doświadczeń, posługując się zarówno przewężaniem jaja w różnych odległościach od tylnego bieguna, jak i zabijaniem części jaja mikrotermokauterem. Obie te grupy doświadczeń dały zupełnie

*

zgodne wyniki i pozwoliły na umiejscowienie ośrodka, z którego wychodzi podnieta do tworzenia prążka zarodkowego. Ośrodek ten położony jest w miejscu, na którym pojawia się koniec prążka i w którym zaczyna się później wspomniane poprzednio wpuklenie w głąb żółtka.

Bardzo ciekawych danych dostarczyły dalsze doświadczenia, których celem było poznanie czasu i sposobu działania wymienionego ośrodka. Okazało się mianowicie, że ośrodek ten pojawia się bardzo wcześnie, bo już w stadium 2 blastomerów i do stadium jakichś 256 blastomerów (wczesna blastoderma) zajmuje to samo położenie. Jeżeli natomiast zabija się go w stadium późnej blastodermy, ale jeszcze przed pojawieniem się prążka zarodkowego, albo też już po pojawieniu się prążka, to wynik jest odmienny, bo otrzymuje się jedynie niewykształcenia części zarodka, zajmujące odpowiednio do wielkości uszkodzenia różnie wielką przestrzeń od tyłu odwłoka do głowy.

Udało się również stwierdzić, że pomiędzy temi granicznymi punktami leży czas przejściowy, w którym w idących po sobie momentach coraz to większe części z tyłu embrjona mogą być usunięte bez szkody dla dalszego rozwoju. Przez ten czas nie odbywają się w tylnej części jaja żadne przesunięcia komórek. Przejście od jednego punktu granicznego do drugiego w niższej temperaturze idzie wolniej, w wyższej prędzej, ale zawsze tak, że kilka godzin przed początkiem różnicowania prążka osiąga się stan, dający niezależnie od wielkości uszkodzenia z tyłu zawsze prążek.

Sposób działania ośrodka jest więc jasny; bez niego powstanie prążka jest niemożliwe. Podnieta, pobudzająca części zarodka do tworzenia prążka, zostaje w określonym czasie wysłana z ośrodka ku przodowi na coraz dalej leżące partje; podczas tego nie dokonywują się żadne przesunięcia komórek. Podnieta ta dochodzi do przodu zarodka już na kilka godzin przed pojawieniem się prążka zarodkowego i od tego momentu rozwój *Platynemis* biegnie tak samo, jak u wymienionych poprzednio owadów. Ostatnie badania Seidla, poświęcone zagadnieniu przebiegu determinacji, przyniosły nowe i ciekawe fakty. Skłoniły one autora do przyjęcia dwóch ośrodków, których działalność jest niezbędna dla prawidłowego rozwoju. Pierwszy z tych ośrodków odpowiada w zupełności przedsta-

wionemu powyżej, a jedynie nieco odmiennie został obecnie przez Seidla umiejscowiony. Znajduje się on na tylnym biegunie jaja i sięga po podane poprzednio miejsce tyłu prążka zarodkowego. Ośrodek ten nazwał autor „ośrodkiem tworzenia“, ponieważ bez jego działania prążek zarodkowy nie może się wogóle pojawić. Ośrodek drugi, zwany „ośrodkiem różnicowania“, mieści się znacznie dalej ku przodowi, w miejscu, które odpowiada okolicy tułowiowej prążka zarodkowego. Przypuszczenie o istnieniu tego drugiego ośrodka zostało oparte przede wszystkim na danych opisowych, które u zbadanych pod tym względem kilku owadów wskazują zgodnie, że różnicowanie narządów rozpoczyna się od okolicy tułowiowej i stąd posuwa się ku przodowi i tyłowi. Prócz tego jednak na poparcie tych poglądów wykonał Seidel pewne wstępne doświadczenia, które wskazują, że sposób działania obu ośrodków jest zupełnie inny. Podnieta, wychodząca z ośrodka tworzenia, przesuwa się ku przodowi swobodnie przez całą przestrzeń jaja, bo wystarczy pozostawić bardzo cienkie połączenie między przewężonemi włosami częściami jaja, wolne od jakichkolwiek komórek, aby podnieta zdołała przez nie przejść do przedniej części jaja i pobudzić je do dalszego rozwoju. Natomiast podniety, wychodzące z drugiego ośrodka różnicowania, mogą się przesuwać tylko bezpośrednio od komórki do komórki i przerwanie ich kontaktu uniemożliwia natychmiast dalsze postępy różnicowania.

Również zagadnieniu roli jąder przy determinacji poświęcił ostatnio Seidel wiele uwagi. Przekonał się przytem na podstawie szeregu doświadczeń, polegających na zabijaniu promieniami pozafioletkowemi poszczególnych jąder, że są one aż do ostatniego stadium badanego, t. zn. do stadium 128 jąder, zupełnie równoważnościowe pod względem możliwości rozwojowych. Procesy determinacji nie są zależne od ilości jąder obecnych w zarodku, ani też od tego, czy pewne jądra dostają się do poszczególnych części jaja, natomiast istnieje bardzo wyraźna zależność rozpoczęcia procesu determinacji od obecności jąder w centrum tworzenia. Jeżeli jądra dostaną się tu później niż zwykle, następuje opóźnienie procesów różnicowania; jeżeli jądrum uniemożliwi się wejście do tej części zarodka, prążek zarodkowy nie może się wogóle wytworzyć. Należy tu zaznaczyć, że przy powyższem omawianiu roli jąder uwzględnia się zarazem

otaczające je wysepki plazmatyczne, od których we wszystkich doświadczeniach nie można jąder wyizolować.

Na podstawie przedstawionych faktów, które jednak zwłaszcza w odniesieniu do ośrodka różnicowania wymagają jeszcze koniecznie dalszego doświadczalnego poparcia, możemy sobie w następujący sposób przedstawić przebieg determinacji. Już bardzo wcześnie, prawdopodobnie zaraz po zniesieniu jaja, może podczas dojrzewania, wytwarza się w plazmie na tylnym biegunie jaja ośrodek tworzenia. Ośrodek ten zostaje następnie zaktywowany przez wchodzące do niego jakiegokolwiek blastomery, pochodzące z podziału zapłodnionego jądra jaja. Po aktywacji ośrodek ten zaczyna wysyłać ku przodowi pewne substancje, które przesuwały się swobodnie przez jajo. Dochodzą one również do ośrodka różnicowania i tu wywołują nowe reakcje, których produkty zostają następnie podawane bezpośrednio od komórki do komórki w blastodermy. Skutkiem tych podnieć, wychodzących z ośrodka różnicowania, komórki blastodermy zaczynają się skupiać w prążek zarodkowy, a ich zdolności rozwojowe zostają stopniowo coraz bardziej ograniczone do czekających je zadań. Kiedy ten proces zostanie ukończony, znaczenie prospektywne poszczególnych części zarodka jest już definitywnie ustalone i odtąd wszelkie zaburzenia, czy zniszczenia części zarodka nie mogą zostać uregulowane i wyrażają się odpowiednimi niedokształceniami larwy.

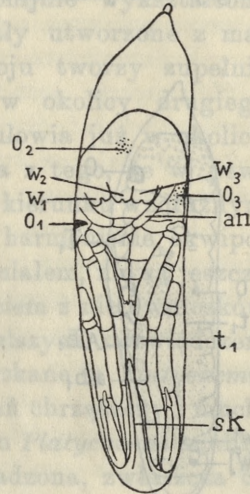
Widzimy zatem, że determinacja jest wynikiem szeregu reakcyj, z których każda poprzedzająca wywołuje następną. Rozpoczynają się one zapewne już w momencie zapłodnienia, a ich dalszy kolejny i prawidłowy przebieg jest niezbędnym warunkiem normalnego rozwoju.

Zanim jednakże nastąpi ta definitywna determinacja, zarodek ważki jest obdarzony dużymi zdolnościami regulacyjnymi, których istnienie wskazał Seidlowi przypadek. Kwestyj tych nie udało się dotąd definitywnie wyjaśnić, ale mimo to podam tutaj kilka z tych faktów, bo w pełni na to zasługują przez swą wyjątkowość u owadów.

Przy zabijaniu rozgrzaną igłą części jaja położonych przy biegunie, powstają czasem, jako niepożądane skutki uboczne, wzdłużne lub poprzeczne szczeliny. Utrudniają one rozwój, a zwłaszcza zmiany położenia zarodka (blastokinezę), ale nie

uniemożliwiają go w zupełności. Wynikiem takich szpar podłużnych jest podwojenie a nawet potrojenie różnych narządów na przodzie lub tyle ciała. Na rys. 16 widzimy przypadek potrojenia wargi górnej: znać tutaj wyraźnie, że nie mamy tu do czynienia z rozdzieleniem jednego narządu na trzy części, tylko z istotnem potrojeniem, bo każda z warg jest rozwinięta całkowicie i posiada charakterystyczne wcięcie w środku.

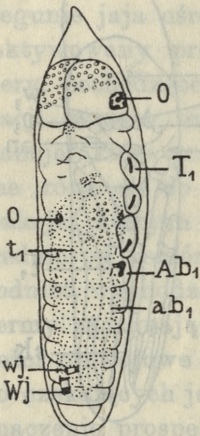
Jeszcze bardziej uderzające rezultaty powodują szpary poprzeczne, które powstają również przy ogrzaniu jednego bieguna albo też na skutek mechanicznego wygięcia jaja na jednym biegunie, podczas kiedy drugi jest umocowany. Zarodków takich uzyskał Seidel dwa. Szpary, powstające przy ogrzaniu bieguna, były niezbyt widoczne, a kiedy rozwinięły się zarodki, bardziej charakterystyczny z nich przedstawiał obraz podany na rys. 17. Widzimy tutaj wewnątrz chorionu zupełnie normalnego zarodka od strony grzbietowej. Na przodzie leży puszką głowową, ostro odgraniczona od tułowia, na którym granice segmentów są pozacierane. Kropkami zaznaczony jest zarodek drugi, mniejszy, który przeświecał wewnątrz zarodka dużego. Na przodzie znać dobrze jego puszkę głowową, dalej ku tyłowi widać wyraźnie granice segmentów. Zarodek ten jest również harmonijnie wykształcony. Sięgał on od drugiego segmentu tułowiowego do przedostatniego odwłokowego. Zarodek wewnętrzny nie miał żadnych odnóży na powierzchni, ale osobliwość tę wyjaśniły w zupełności przekroje. Okazało się bowiem, jak to widać z rys. 18, że zarodek wewnętrzny jest odbiciem symetrycznym zarodka zewnętrznego (płaszczyzna symetrii zarodka mniejszego została nieco przesunięta wobec płaszczyzny symetrii większego, tak że zaciera to nieco obraz). Jeżeli idziemy odzewnątrz, spotykamy najpierw odnoża większego



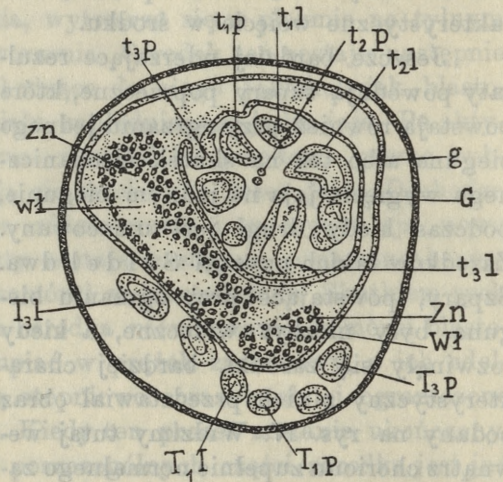
Rys. 16.

Potrojenie wagi górnej u zarodka *Platynemis pennipes*. Według Seidla. o_{1-3} — 1, 2, 3 oko, w_{1-3} — 1, 2, 3 warga górna, *an* — rożki, t_1 — 1. noga, *sk* — zawiązki skrzelotchawek.

zarodka, głębiej jego zwoje nerwowe, a najgłębiej włókna nerwowe, które leżą po wewnętrznej stronie zwojów. Zarodek wewnętrzny wykazuje to samo ustawienie narządów, ale w odwróconej kolejności, t. zn. najbardziej na zewnątrz leżą włókna zwojów nerwowych głębiej zwoje, a jeszcze dalej odnoża. Nie mogły one jednakże dostać się, jak zwykle, na powierzchnię



Rys. 17.



Rys. 18.

Rys. 17. Podwójny zarodek, który powstał skutkiem utworzenia szczeliny w żółtku. Wewnątrz większego normalnego zarodka znajduje się drugi karłowaty. Według Seidla. *O* — oko dużego zarodka, *o* — oko małego zarodka, *T₁* — l. noga dużego, *t₁* — l. noga małego, *Ab₁* — l. segment odwłokowy dużego, *ab₁* — l. segment odwłokowy małego, *Wj* — wrota jelita końcowego dużego, *wj* — wrota jelita końcowego małego zarodka.

Rys. 18. Przekrój przez zarodek z rys. 17. Duże litery odnoszą się do dużego, małe do małego zarodka. *Zn, zn* — zwoje nerwowe, *Wł, wł* — włókna nerwowe, *G, g* — grzbiet, *T₁l, T₃l, t₁₋₃l* — lewe nogi 1 — 3 pary, *T₁p, T₃p, t₁₋₃p* — prawe nogi 1 — 3 pary.

zarodka, ponieważ brak miejsca i rozrost części grzbietowej większego zarodka zmusił je do zawinięcia się do środka. Zarodek drugi był podobny, choć mniej typowy, a zdwojenie dotyczyło jedynie tułowia i odwłoka, tak że głowa była wspólna.

Geneza tych niezwykle osobliwych podwójnych zarodków nie jest zupełnie znana. Prawdopodobnie podczas formowania

się blastodermy otoczyła ona oddzielnie obie przez szczeliny rozdzielone części jaja i w ten sposób dała początek podwojeniu zarodka. W każdym razie niezależnie od tego, jaką drogą rozwinęły się te zarodki, fakty te świadczą o dużej, nieoczekiwanej zgoła zdolności regulacyjnej jaj ważki. Na specjalne podkreślenie zasługuje to, że oba zarodki były harmonijnie wykształcone i że części ciała mniejszego zarodka zostały utworzone z materiału, który podczas normalnego rozwoju tworzy zupełnie inne partje. Głowa jego np. powstała w okolicy drugiego segmentu tułowiowego, tylne obrączki tułowia już w okolicy odwłoka zarodka większego i t. d. Wynika z tego, że w pewnych warunkach części jaja mają zarówno w kierunku wzdłużnym jak i poprzecznym właściwości systemów harmonijnie ekwipotentjalnych. Fakty te jednakże, jak wspomniałem, nie są jeszcze dostatecznie wyjaśnione i dlatego z wysnuciem z nich wniosków należy się wstrzymać aż do ogłoszenia dalszych doświadczeń.

Jeżeli teraz zestawimy wyniki uzyskane u *Platynemis* z omówionymi poprzednio rezultatami badań chrząszczy i much, to musimy przede wszystkim pamiętać, że u *Platynemis* analiza była bez porównania dokładniej przeprowadzona, zwłaszcza co do czasowego następstwa zjawisk determinacji. Nie jest rzeczą wykluczoną, że i u tamtych owadów odbywają się podobne zjawiska, tylko przebiegają bardzo prędko, albo też kończą się wcześniej, przed stadjami, w których zaczęto przeprowadzać doświadczenia.

Już najnowsze badania Reitha nad determinacją rozwoju u wspomnianej poprzednio mrówki *Camponotus ligniperda* zdają się przemawiać w tym sensie. Reith przy pomocy termokauteru zabijał różne części zarodka. Wynik operacji był bardzo nierówny zależnie od stadjum, w którym wykonano zabieg. Jeżeli operację przeprowadzono zaraz po zniesieniu jaja, zanim jeszcze pojawiły się w plazmie powierzchniowej jaja omówione poprzednio terytorja, ubytek pewnej partji zarodka był kompensowany. W tem stadjum zatem rozwój nie jest jeszcze zdeterminowany i zarodek ma duże zdolności regulacyjne. Jeżeli natomiast te same operacje przeprowadzono później, po pojawieniu się terytorjów w plazmie powierzchniowej, to ubytek partji zarodka odbijał się odrazu na wylęgającej się larwie. Powstawanie prążka zarodkowego zależy od czynności ośrodka, położonego

na tylnym biegunie jaja, z którego wychodzą ku przodowi podniety, determinujące poszczególne partje zarodka do dalszego rozwoju. W jaki sposób przebiega różnicowanie — tego doświadczenia Reitha nie zdołały wyjaśnić, ale pewne fakty przemawiają zdaniem autora za obecnością na przednim biegunie jaja ośrodka różnicowania, którego działalność pozostaje w przyczynowym związku z procesami różnicowania.

Podobieństwo tych wyników z faktami obserwowanymi u *Platynemis* jest uderzające. W obu wypadkach mamy dwa różne ośrodki, jeden — ośrodek tworzenia czy determinacji — położony stale na tylnym biegunie, drugi — ośrodek różnicowania — położony gdzieś na przodzie zarodka.

Również pewne podobieństwo z przytoczonymi doświadczeniami widzimy w eksperymentach Geigy'ego, które są tem ciekawsze, że zajmują się sprawą determinacji nie larwy, wychodzącej bezpośrednio z jaja, tylko owada doskonałego, który się z niej rozwija. Geigy naświetlał słabymi dozami promieni pozafioletkowych całe jaja powszechnie znanej dzisiaj muchy owocówki *Drosophila melanogaster*. Okazało się, że wrażliwość na promienie pozafioletkowe w pierwszych okresach rozwoju wzrasta, poczem staje się tak duża, że śmiertelność dochodzi do 95%. Później jednak, mniej więcej od 7 godziny rozwoju, czemu odpowiada stadium początku powstawania larwalnego pokrycia ciała, wrażliwość na promienie zmniejsza się tak, że larwy wylęgające się z jaj naświetlanych są zawsze zupełnie normalne. Natomiast muchy, które po przeobrażeniu z larw takich powstają, wykazują najrozmaitsze niedoksztalcenia segmentów ciała, odnóży i skrzydeł. W wielu wypadkach spotyka się zdwojenia całych odnóży lub części. Niedoksztalcenia te powstają w pewnym porządku, zależnie od stadium, w którym naświetlano. Z jaj naświetlanych na początku okresu malejącej wrażliwości na promienie, powstają muchy z niedoksztalceniami wyłącznie w obrębie tułowia. Z jaj naświetlanych później wylęgają się muchy, u których niedoksztalcenia dotyczą przedniej i środkowej pary nóg lub skrzydeł, wreszcie naświetlanie jaj pod koniec rozwoju embrjonalnego powoduje niedoksztalcenia na tylnej parze nóg i na odwłoku. Widzimy zatem, że stan fizjologiczny komórek, przeznaczonych na wytworzenie narządów dorosłej muchy, ulega stopniowo pewnym zmianom, które roz-

poczynają się w okolicy tułowia i stąd posuwają się ku końcowi ciała. Po przebyciu tych zmian, komórki „imaginalne“ stają się mniej wrażliwe i ich naświetlanie nie powoduje żadnych niedokształceń u owada doskonałego. Zgodność topograficzna ośrodka, z którego zmiany te wychodzą, z obserwacjami Seidla, jest uderzająca i Geigy nie wahał się przeprowadzić między temi faktami porównania. Oczywiście porównanie to jest narazie jeszcze bardzo hipotetyczne, ale nie mniej jednak stwarza pewne perspektywy dla przyszłych badań. Moznaby na tej podstawie pokusić się wraz z Geigym na charakterystykę determinacyjną różnicy między owadami z przeobrażeniem niezupełnym (*Platycnemis*) i owadami o przeobrażeniu zupełnym (*Musca*, *Calliphora*, *Drosophila*). Owady hemimetaboliczne charakteryzują się ciągłością procesu determinacji, który odbywa się w dwóch fazach, przyczem aż do stadium blastodermy materiał zarodkowy jest niezdeteterminowany. Pierwsze rozpoczyna działalność centrum tworzenia, jeszcze przed pojawieniem się blastodermy, poczem bezpośrednio wchodzi w grę drugi ośrodek różnicowania, powodujący definitywną determinację i zanik wszelkich zdolności regulacyjnych. U owadów holometabolicznych proces determinacji odbywa się w dwóch czasowo oddzielonych fazach dla organizacji larwalnej i definitywnej. Organizacja larwalna jest już ostatecznie zdeterminowana bardzo wcześnie, w momencie zapłodnienia lub może nawet wcześniej, natomiast organizacja imaginalna determinuje się później, przez procesy rozpoczynające się w okolicy tułowiowej i przebiegające ku końcom ciała.

Przytoczone tutaj fakty potwierdzają przypuszczenie, wysnute z morfologii normalnego rozwoju. Istnieją u owadów przynajmniej w odniesieniu do larw — dwa typy rozwoju, jeden od początku ściśle zdeterminowany, gdzie niema żadnych zdolności regulacyjnych i drugi, w którym przez krótki czas przynajmniej rozwój jest niezdeteterminowany i wykazuje zdolności regulacyjne. Między temi krańcowemi typami istnieją przejścia, odpowiadające zapewne szeregowi, podanemu poprzednio. Jego realność potwierdza dobrze fakt, że ważki, których właściwości rozwojowe nie były znane podczas jego układania, znajdują się tutaj w swem naturalnem sąsiedztwie obok szarańczaków (*Japyx*, *Lepisma*, *Pyrrhocoris*, *Orthoptera*,

Odonata, Coleoptera, Aphidae, Isotoma, Hymenoptera, Diptera).

W każdym razie nawet w wypadkach niezdeterminowanego rozwoju okres ten trwa bardzo krótko i kończy się bardzo wczesnie, bo jeszcze przed pojawieniem się prążka zarodkowego. Od tego momentu rozwój jest ściśle i nieodwołalnie zdeterminowany i nie różni się niczem od rozwoju drugiego typu.

Z Zakładu biologiczno-embryologicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego.

LITERATURA.

1. Geigy R. Erzeugung rein imaginaler Defekte durch ultraviolette Eibestrahlung bei *Drosophila melanogaster*. Arch. f. Entw. mech. d. Organismen, Bd. 125, 1931.
2. Hallez P. Sur la loi de l'orientation de l'embryon chez les insectes. C. R. Acad. Sc. Paris, 1886.
3. Hecht O. Embryonalentwicklung und Symbiose bei *Camponotus ligniperda*. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 122, 1924.
4. Hegner R. W. Effects of removing the germ cell determinants from the eggs of some Chrysomelid beetles. Biol. Bulletin, vol. 16, 1908.
5. Hegner R. W. The effects of centrifugal force upon the eggs of some Chrysomelid beetles. Journ. experim. Zool., v. 6, 1909.
6. Hegner R. W. Experiments with Chrysomelid beetles. I. and II. Biolog. Bull., v. 19, 1910.
7. Hegner R. W. Experiments with Chrysomelid beetles. III. Ibid., v. 20, 1911.
8. Pauli M. Die Entwicklung geschnürter und zentifugierter Eier von *Calliphora vomitoria* und *Musca domestica*. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 129, 1927.
9. Reith F. Die Entwicklung des *Musca* Eies nach Ausschaltung verschiedener Eibereiche. Ibid. Bd. 126, 1925.
10. Reith F. Zur experimentellen Analyse der Primitiventwicklung bei Insekten, Naturwissenschaften, 19, 1931.
11. Reith F. Versuche über die Determination der Keimesanlage bei *Camponotus ligniperda*. Zeitschr. wiss. Zool. 139, 1931.
12. Reith F. Über die Lokalisation der Entwicklungsfaktoren im Insektenkeim I., Arch. f. Entw. mech., 127, 1933.
13. Schleip W. Die Determination der Primitiventwicklung. Leipzig, 1929.
14. Seidel F. Die Geschlechtsorgane in der embryonalen Entwicklung von *Pyrrhocoris apterus* L. Zeitschr. Morph. u. Okol. d. Tiere, 1, 1924.

15. Seidel F. Die Determinierung der Keimanlage bei Insekten. I. Biolog. Centralbl., 46, 1926.
16. Seidel F. To samo, II, 48, 1928.
17. Seidel F. To samo, III, 49, 1929.
18. Seidel F. Untersuchungen über das Bildungsprinzip der Keimanlage im Ei der Libelle *Platycnemis pennipes*. I—V. Arch. f. Entw. mech., 119, 1929.
19. Seidel F. Die Reaktionsfolge im Determinationsgeschehen des Libellenkeimes. Verh. deutsch. zool. Ges., Utrecht, 1931.
20. Seidel F. Die Potenzen der Furchungskerne im Libellenei und ihre Rolle bei der Aktivierung des Bildungszentrums. Arch. f. Entw. mech., 126, 1932.

Reakcja chemiczna w świetle nowszych poглядów.

1. Wstęp. Zdolność atomów i drobin do tworzenia wielkiej ilości różnych połączeń stanowi podstawę, na której opiera się chemia.

Dotychczasowe pojęcia nasz w wielkiej różnorodności zjawisk, towarzyszących temu łączeniu się. Zachodzi ono bądź, jak mówimy — łatwo, bądź też przebiega bardzo opornie; niektóre atomy i drobinny wcale nie wykazują zdolności do łączenia się ze sobą.

Wiemy, że ten proces łączenia się przebiega czasami bardzo szybko — eksplozywnie — czasami bardzo powoli. Poza tem stwierdzono, że na przebieg reakcji wielki wpływ mają różnorodne czynniki zewnętrzne: temperatura, światło, ciała pozornie nie biorące udziału w reakcji — katalizatory i t. d. Często przez stworzenie nowych warunków eksperymentalnych udaje się osiągnąć ciele nowe, dotąd uważane za doświadczalnie nieosiągalne.

Otóż chemika, biorąc ogólnie, interesuje każda reakcja chemiczna pod dwoma względami: 1) jaki jest stan końcowy pewnego procesu chemicznego i 2) jaka jest szybkość, z którą do tego stanu końcowego przemiana zdąży. Są to zagadnienia statyki i kinetyki chemicznej.

2. Formalny pogląd na szybkość reakcji. Przystąpmy do rozpatrzenia faktów, związanych z problemami szybkości reakcji. — Rozwój atomistycznego światopoglądu w postaci

WIKTOR KEMULA

Reakcja chemiczna w świetle nowszych poglądów.

1. Wstęp. Zdolność atomów i drobin do tworzenia wielkiej ilości różnych połączeń stanowi podstawę, na której opiera się chemja.

Doświadczenie poucza nas o wielkiej różnorodności zjawisk, towarzyszących temu łączeniu się. Zachodzi ono bądźż, jak mówimy — łatwo, bądźż też przebiega bardzo opornie; niektóre atomy i drobiny wcale nie wykazują zdolności do łączenia się ze sobą.

Wiemy, że ten proces łączenia się przebiega czasami bardzo szybko — eksplozyjnie — czasami bardzo powoli. Poza tem stwierdzono, że na przebieg reakcji wielki wpływ mają różnorodne czynniki zewnętrzne: temperatura, światło, ciała pozornie nie biorące udziału w reakcji — katalizatory i t. d. Często przez stworzenie nowych warunków eksperymentalnych udaje się otrzymać ciało nowe, dotąd uważane za doświadczalnie nieosiągalne.

Otóż chemika, biorąc ogólnie, interesuje każda reakcja chemiczna pod dwoma względami: 1) jaki jest stan końcowy pewnego procesu chemicznego i 2) jaka jest szybkość, z którą do tego stanu końcowego przemiana zdąża. Są to zagadnienia statyki i kinetyki chemicznej.

2. Formalny pogląd na szybkość reakcji. Przystąpmy do rozpatrzenia faktów, związanych z problemami szybkości reakcji. — Rozwój atomistycznego światopoglądu w postaci

teorii kinetycznej materji dał impuls do podjęcia prób ściślejszego wytłumaczenia mechanizmu oraz przyczyn, rządzących szybkością przemiany chemicznej. Guldberg i Waage (1867), następnie Van t'Hoff (1877), przystąpili do rozwiązania tego zagadnienia w sposób prosty i oparty na następującem założeniu. Szybkość reakcji jest proporcjonalna do częstości spotkań drobin, a ta zależy od ich stężenia. Jeżeli więc drobinę ciała A reagują z drobinami ciała B i dają nowe ciało AB , wtedy szybkość tej reakcji da się przedstawić w postaci prostego równania:

$$\frac{dc_{AB}}{dt} = K \cdot c_A \cdot c_B \cdot \dots \quad (1)$$

(c_A — stężenie zanikającego ciała A , c_B — stężenie zanikającego ciała B , c_{AB} — stężenie powstającego ciała AB , t — czas).

Przez scałkowanie tego równania można otrzymać wyrażenie na współczynnik proporcjonalności K , który nazywa się stałą szybkości reakcji. Istnienie takiej czysto formalnie zdefiniowanej stałej K potwierdzone zostało eksperymentalnie na bardzo wielu przykładach.

3. Teoretyczne obliczenie stałej szybkości reakcji K a doświadczenie. Dalszy rozwój teorii kinetycznej (Maxwell, Boltzmann) dostarczył danych, które posłużyły do teoretycznego obliczenia tej stałej K .

Do jakich wniosków prowadzi takie obliczenie? Weźmy przykład reakcji gazowej. W myśl teorii kinetycznej pod ciśnieniem normalnem liczba zderzeń Z , których doznają drobin między sobą, da się obliczyć w przybliżeniu z wzoru:

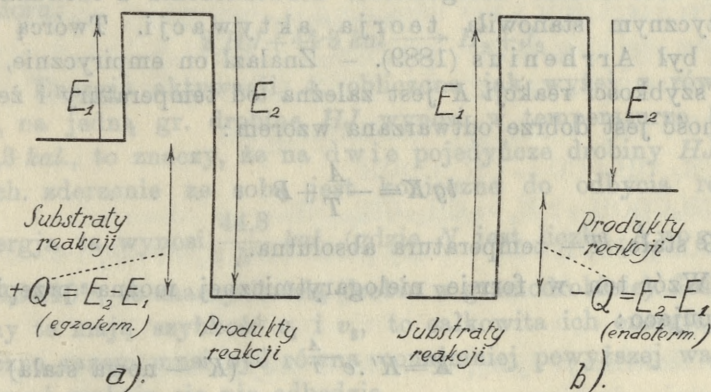
$$Z = \frac{v \text{ średnia szybkość drobin}}{l \text{ średnia droga swobodna}} = \frac{5 \cdot 10^4 \text{ cm} \cdot \text{sek}^{-1}}{10^{-5} \text{ cm}} = 5 \cdot 10^9 \text{ sek}^{-1} \quad (2)$$

W przypadku np. gdy ciśnienie $p = 24 \text{ atm}$. wynosi ona $Z = 10^{11} \text{ sek}^{-1}$. A więc, jak widzimy, reakcja przebiegałaby całkowicie w okresie czasu $\tau = \frac{1}{10^{11}} = 10^{-11} \text{ sek}$, a stąd stała szybkości

$K = \frac{1}{\tau} = 10^{11}$, gdy czas mierzymy w sekundach, a stężenie c w Mol/Litr .

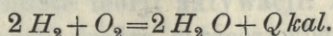
W rzeczywistości jednak reakcja nie jest tak szybka, czas bowiem potrzebny na jej przebieg jest znacznie większy, a więc założenie Guldberga i Waage'go, że wszystkie drobiny zderzające się reagują, nie mogło się utrzymać; ograniczono je więc w ten sposób, że tylko niektóre drobiny zderzające się reagują, jak to wynika z powyższego bardzo przybliżonego rachunku. Trzeba zatem wytłumaczyć fakt, że szybkość reakcji jest mniejsza od obliczonej teoretycznie, t. j. dlaczego tylko niektóre drobiny zderzające się reagują.

4. „Próg“ reakcji. Zanim przystąpimy do dalszego rozpatrywania tego zagadnienia, musimy zwrócić uwagę na bardzo ważny i znany oddawna w chemii praktycznej fakt na-



Rys. 1.

stępujący: nawet reakcje egzotermiczne, t. j. takie, które przebiegają samorzutnie z wydzieleniem ciepła, nie rozpoczynają się same, lecz muszą być zapoczątkowane przy pomocy odpowiedniego bodźca. Świadczy o tem np. wybitnie egzotermiczna reakcja łączenia się tlenu z wodorem:



Tem mniej oczywiście rozpoczną się same reakcje endotermiczne, przebiegające ze stałym pobieraniem energii.

Wspomniany powyżej bodziec, potrzebny do zapoczątkowania reakcji, jest to pewna ilość energii, którą trzeba włożyć, aby się reakcja rozpoczęła. Możemy to uzmysłwić graficznie

w sposób, uwidoczony na rysunku 1. W nim E_1 , oznacza energję potrzebną do zapoczątkowania reakcji, jest to t. zw. próg reakcji, E_2 jest energja wydzielana w biegu reakcji. Różnica wartości $E_2 - E_1$ jest całkowitym bilansem energetycznym Q danej reakcji, wyrażanym zwykle w kalorjach:

$$E_2 - E_1 = \pm Q \text{ kaloryj.}$$

Rys. 1 a i b daje nam obraz zmian energetycznych dla egzo i endotermicznej reakcji. Widzimy, że wielkość Q nie zależy od absolutnej wartości E_1 i E_2 , lecz od ich różnicy. Jaka jest istota tego „prugu“ (E_1), schemat ten oczywiście nie tłumaczy.

5. Teoria aktywacji Arrheniusa. Dalszy postęp w kierunku zrozumienia niezgodności doświadczenia z rachunkiem teoretycznym stanowiła teoria aktywacji. Twórcą tej teorii był Arrhenius (1889). — Znalazł on empirycznie, że stała szybkości reakcji K jest zależna od temperatury i że ta zależność jest dobrze odtwarzana wzorem:

$$\lg K = -\frac{A}{T} + B \quad (3)$$

A i B stałe, T — temperatura absolutna.

Wzór ten w formie nielogarytmicznej można przepisać następująco:

$$K = K' \cdot e^{-\frac{A}{T}} \quad (K' - \text{nowa stała}) \quad (4)$$

Stałą A nazwał Arrhenius energją aktywacji. Wyrażenie $e^{-\frac{A}{T}}$ jest współczynnikiem, który określa ilość cząstek aktywnych, a więc zdolnych do reakcji. Wzór ten zdaje sprawę, dla czego z podwyższeniem temperatury o 10°C szybkość reakcji K podwaja się, co łatwo sprawdzić rachunkiem szczegółowym. Ilość aktywnych cząstek zależy więc od wartości A i T , t. j. od energii aktywacji (różnej dla różnych rodzajów drobin) i temperatury.

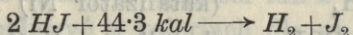
6. Powstaje przeto pytanie, czem się wyróżnia drobina aktywna od drobin nieaktywnej? I tutaj znów z pomocą przyszła teoria kinetyczna. Z prac Maxwella nad szybkością cząstek gazowych było wiadomem, że cząsteczki posiadają różną energję kinetyczną. Arrhenius na tej podstawie za-

łożył, że jedynie te cząsteczki reagują przy zderzeniu, których energia kinetyczna jest większa od energii aktywacji:

$$E \text{ kinet.} > \frac{mv^2}{2} = A \text{ aktywacji} \quad (5)$$

Z otrzymanego doświadczalnie wyrażenia $K = K' \cdot e^{-\frac{A}{T}}$ można obliczyć A — energię aktywacji. Widzimy, że ten „próg“, o którym była mowa wyżej, nie jest niczem innym, jak energią aktywacji. Czy będzie się ona zgadzała z danymi, otrzymanymi na podstawie rachunków z wzoru Maxwella na rozkład szybkości cząstek? To znaczy, czy to założenie Arrheniusa potwierdzone zostanie doświadczeniem?

Weźmy jako przykład reakcję rozpadu gazowego jodowodoru:



Energja aktywacji A , obliczona jak wyżej z równania (3), na jedną gr. drobinę HJ wynosi w temperaturze $556^\circ C$ $44,3 \text{ kal.}$, to znaczy, że na dwie pojedyncze drobin HJ , których zderzenie ze sobą jest konieczne do odbycia reakcji, energja ta wynosi $\frac{44,3}{N} \text{ kal.}$ (gdzie N jest liczbą Avogadry $= 6,06 \cdot 10^{23}$, to znaczy ilością drobin w gramodrobinie). Jeśli drobin te mają szybkość v_1 i v_2 , to całkowita ich energja kinetyczna razem musi być równa conajmniej powyższej wartości, inaczej reakcja się nie odbędzie.

Gdybyśmy obliczyli ze wzoru Maxwella, ile jest drobin, które posiadają w tej temperaturze taką energję kinetyczną, okazałoby się, że szybkość reakcji odpowiadałaby rachunkowi powyższemu.

Podobnymi badaniami zajmowali się Krüger, Goldschmidt, Trantz, Marcelin, Rice, Lewis i inni.

7. Jednostronność teorii aktywacji. Zdawałoby się więc, że jesteśmy na dobrej drodze, w rzeczywistości jednak okazało się, że tak nie jest zawsze, gdyż ten sposób oznaczenia energii aktywacji A , zastosowany w przypadku drobin większych, bardziej skomplikowanych, np. w przypadku badania szeregu homologicznego węglowodorów nasyconych, nie prowadzi do zgodnych z doświadczeniem wyników. Tak samo jak niezgodne są z rzeczy-

*

wistością oparte na termodynamice wyniki rachunków dla skomplikowanych wieloatomowych gazowych drobin (zasada podziału energii i t. d.), tak samo i powyższa teoria, oparta na przesłankach kinetycznej teorii, gdzie drobina jest pojęta jako sprężysta kula, — musi zawieść w tym przypadku i rzeczywiście też zawodzi.

8. Różnorodność stanów aktywnych drobin. Zwróćmy teraz uwagę na fakt, że ta sama drobina reaguje inaczej, zależnie od ustanowionych przez eksperymentatora warunków, np. przy działaniu różnych katalizatorów, pod innym ciśnieniem i t. d., jak wskazuje chociażby przykład następujący:

- 1) a. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (katalizator C) Temp. 1200° C.
- b. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (katalizator Fe) Temp. 400° C.
- 2) $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$ (katalizator Ni) Temp. 500° C.
- 3) $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H} \cdot \text{COH}$ } (katalizator ZnO, chromian cynku,
 $\text{CO} + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ } Temp. 400° C. p=100 atm.)
- 4) a. $\text{CO} + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ (katalizator Fe)
- b. $\text{CH}_3 \cdot \text{OH} + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$
- c. $\text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$
- d. $2 \text{CH}_3 \cdot \text{COOH} + \text{H}_2 \rightarrow (\text{CH}_3)_2 \cdot \text{CH} \cdot \text{OH} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ i t. d.

Widocznie drobina może znajdować się w różnych stanach aktywnych.

Widzieliśmy wyżej, że o ile w przypadkach, gdy reagują i powstają drobinę proste — w pierwszym przybliżeniu już mamy możliwość określenia zarówno schematu reakcji, jak i jej szybkości, o tyle w przypadku drobin bardziej skomplikowanych założenia powyższe są już niewystarczające, nie można bowiem przewidzieć schematu reakcji, a zatem i jej szybkości. Gdy więc różnorodność kierunków reakcji, z tych samych substratów wychodzących, jest faktem, — zachodzi konieczność wytłumaczenia tego — istnieniem różnych stanów aktywnych tych samych drobin. Czy więc te różne stany aktywne drobin można przewidzieć lub stwierdzić ich istnienie?

I tutaj nam przychodzą z pomocą najnowsze zdobycze nauki — rozwój współczesnej teorii budowy atomów i drobin, który opiera się na postępach spektrografji; pozwolił on wglądać w tę sprawę na drodze analizy widm absorbcyjnych.

9. Jak mierzymy aktywność atomu i drobiny? Przypomnijmy sobie pokrótce najprostszy model atomu według Bohra, a więc model atomu wodoru. Atom wodoru składa się z protonu i elektronu. Elektron ten może się znajdować na różnych poziomach energetycznych, o których istnieniu sądzimy z budowy widma atomu, t. j. z długości fal jego prążków. Otóż różnym poziomom energetycznym elektronu w atomie odpowiada różny stopień „aktywności“ atomu. Im więc na wyższym poziomie znajduje się elektron, t. j. im jest on dalej od toru normalnego, tem bardziej jest atom „uaktywniony“. Najwyższym stopniem uaktywnienia atomu wodoru będzie stan jonizacji, gdy ten elektron został od atomu oderwany. Stan ten odpowiada absorpcji ciągłej w widmie, a nie prążkowej. Z położenia prążków, t. j. z długości fali λ wyrażonej w *Angstromach*, można obliczyć w kalorjach dla gr. drobin wartości tego stanu „aktywacji“ z wzoru:

$$Q \text{ kal.} = \frac{2,85 \cdot 10^8}{\lambda} \text{ kal.} \quad \dots \quad (6)$$

Analogicznie stopień „aktywności“ da się określić nie tylko dla atomów, lecz i dla drobin, na drodze, którą za chwilę poznamy.

Całkowity zasób energii drobiny składa się z energii kinetycznej translacyjnej, rotacyjnej, oscylacyjnej i elektronowej.

$$E_{\text{drobiny}} = E_{\text{kin. transl.}} + E_{\text{rotac.}} + E_{\text{oscylac.}} + E_{\text{elektron.}}$$

Teoria aktywacji Arrheniusa uwzględniała jedynie $E_{\text{kin. transl.}}$. Wszelkie zmiany innych rodzajów energii drobiny dadzą się zmierzyć na podstawie równania:

$$\Delta E = E_1 - E_0 = h\nu = \frac{h}{\lambda}$$

h = stała Plancka, $\nu = \frac{s}{\lambda}$, λ = długość fali promieniowania.

Otóż każdemu wzrostowi stanu energetycznego („aktywności“) drobiny, a więc zmianie energii rotacyjnej, oscylacyjnej lub też elektronowej odpowiada powstanie odpowiedniego nowego pasma absorbcyjnego, składającego się z wielu prążków, gdy wzrost aktywności atomu wywołuje powstanie tylko jednego

pasem — począwszy od $\lambda < 2500 \text{ \AA}$, która posiada charakter widma ciągłego — bez subtelnych prążków.

Z obliczeń, opartych na tych danych przy stosowaniu pewnych założeń, można wywnioskować, że w pierwszym przypadku następuje tylko zwiększenie energii rotacyjnej, w drugim energii wibracyjnej, w trzecim — zaburzenie elektronów, wchodzących w skład drobin.

A teraz stwierdźmy, jaki efekt chemiczny wywołuje na drobinie akroleiny $\text{CH}_2=\text{CH}\cdot\text{COH}$ zosobna światło o tych długościach fal, t. j. 1) $\lambda = 4130 - 3375 \text{ \AA}$, 2) $\lambda = 3375 - 2780 \text{ \AA}$, i 3) $\lambda < 2500 \text{ \AA}$. — Okaże się, że w przypadku 1) drobina akroleiny nie ulega żadnej chemicznej zmianie, w przypadku 2) następuje rzeczywiście rozluźnienie bez zerwania wiązań drobinowych, objawiające się w łatwości utlenienia tej drobin, które następuje w obecności tlenu, i w przypadku 3) zaobserwujemy rozpad drobin akroleiny na C_2H_4 i CO , poprzedzony przegrupowaniem w niej atomów.

Stan 2), objawiający się w widmie obecnością pasm, posiadających rozmyte prążki, któremu odpowiada nadzwyczajna łatwość reagowania drobin — nazywamy za Henrim (1925) — predysocjacją.

Badania więc widma absorbcyjnego drobin pozwala obliczyć na podstawie relacji (6) w sposób najbardziej dokładny, bo oparty na pomiarach optycznych: 1) energię wiązań w drobinie i 2) energię aktywacji.

W tej dziedzinie pracują Bonhoeffer, Wentzel, Fues, de Kronig, Mecke, Mulliken i inni.

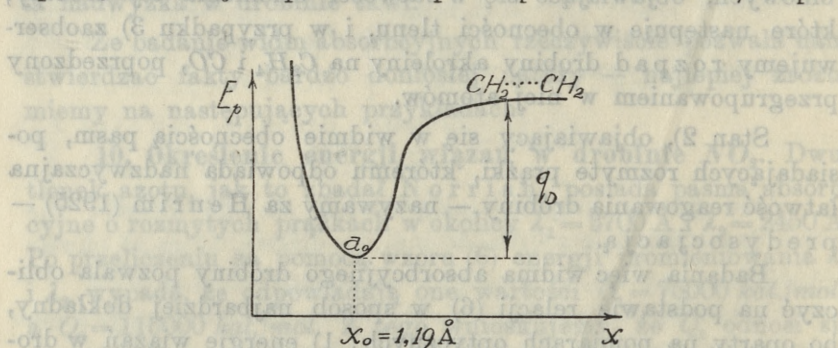
12. Czy reakcja przebiega z zerwaniem wiązań? Oprócz powyższych wyników nowe zdobycze fizyki i chemii pozwalają pokusić się o rozwiązanie zagadnienia: czy drobina uaktywniona, reagując z inną drobiną, rozpada się początkowo na rodniki, czy też może pozostać w całości; albo inaczej, czy wiązanie ulega zupełnemu zerwaniu, chociażby w ciągu najkrótszego czasu, czy też przyjęcie tego faktu nie jest konieczne.

Na powyższe pytanie dają odpowiedź ostatnie prace Henri, Francka, Borny i innych.

A mianowicie zajęli się oni zagadnieniem następującem: jak zmienia się energia potencjalna drobin, gdy się zmienia

odległość atomów albo grup atomowych, tworzących tę drobinę, co można jeszcze wyrazić inaczej: jak zmienia się energia wiązania chemicznego z uaktywnieniem drobin. Odpowiedź na to pytanie można otrzymać na podstawie danych, które wynikają z interpretacji struktury widm absorbcyjnych drobin, oraz na drodze teoretycznej za pomocą mechaniki falowej.

Otrzymane w ten sposób dane przyjęto przedstawiać w postaci wykresów, oddających zależność energii potencjalnej ($E_p = -\int_x^\infty K \cdot dx$) drobin od odległości (x) między badanymi atomami lub grupami atomów. Wykresy te (rys. 2) trzeba rozumieć w sposób następujący. Ze zwiększeniem odległości (x) między atomami, względnie grupami atomów energia potencjalna z początku maleje i przechodzi przez pewne minimum, odpo-



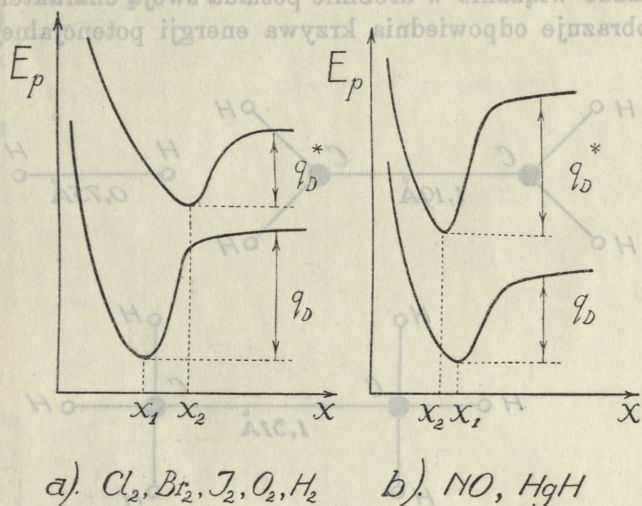
Rys. 2.

wiadające trwałemu stanowi drobin. Następnie przy dalszym zwiększeniu odległości wzrasta do pewnego poziomu, na którym utrzymuje się w końcu praktycznie bez zmiany: wtedy atomy (albo grupy atomów) są już oddzielone od siebie, wiązanie chemiczne zostaje zerwane.

Jednocześnie z takiego wykresu można określić energię potrzebną do oderwania atomów od siebie (zerwanie wiązania): wynosi ona wartość q_A — jest to energia dysocjacji.

13. Co daje znajomość zmiany energii potencjalnej drobin? Bardzo doniosłymi w treść chemiczną okazały się wyniki powyższych badań. Przedstawmy graficznie zmiany energii potencjalnej drobin przy pomocy dwóch krzywych (rys. 3),

osobno dla drobinu uaktywnionej i dla drobinu normalnej. Drobinu uaktywniona będzie miała energję większą i przeto odnośna krzywa będzie leżała wyżej niż dla drobinu normalnej. Mogą tu zajść przypadki, przedstawione na rys. 3 a i 3 b. W pierwszym przypadku energia potrzebna do zerwania wiązania jest mniejsza w drobinie uaktywnionej q_D^* aniżeli w drobinie normalnej (q_D). Tak jest np. dla drobin $Cl_2, Br_2, J_2, O_2, H_2$. W drugim przypadku, np. dla NO, HgH , jest odwrotnie: $q_D^* > q_D$. Te dwa przypadki różnią się nadto, jak to widoczne



Rys. 3.

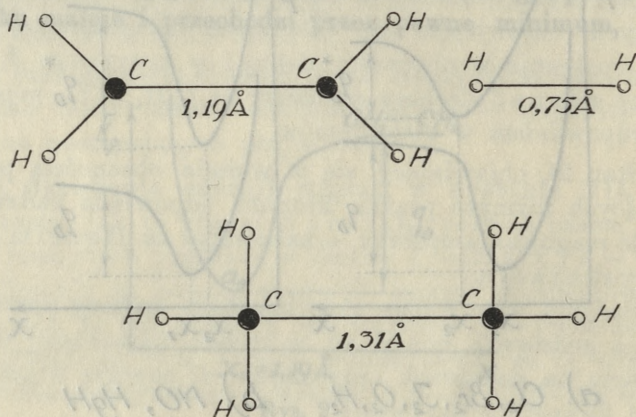
jest z rycin, tem, że w pierwszym z nich odległość atomów w drobinie wzrasta z aktywacją ($x_2 > x_1$), w drugim zaś maleje ($x_2 < x_1$).

Podobne badania umożliwią nam obecnie głębsze zrozumienie fizyko-chemicznej treści „progu”, o którym była mowa wyżej, a który jedynie zgrubsza tłumaczyła teoria Arrheniusa, — oraz pozwalają na zdanie sobie sprawy, jakie warunki muszą być spełnione, aby reakcja mogła nastąpić. Może najlepiej poznamy to na przykładzie, — wybierzmy w tym celu reakcję uwodornienia etylenu. W reakcji tej bierze udział etylen i wodór, produktem jej jest etan.

Odległość między atomami w drobinie etylenu C_2H_4 , wodoru H_2 i etanu C_2H_6 da się obliczyć z widm absorbcyjnych i jest przedstawiona schematycznie na rys. 4.

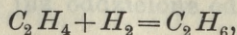
Energję potencjalną drobinę etylenu C_2H_4 w zależności od stanu jej uaktywnienia obrazuje nam krzywa, na rys. 2, przytoczona poprzednio, gdzie q_D — energia zerwania wiązania x_0 — odległość między grupami etylenowymi CH_2 w stanie normalnym drobinę ($x_0 = 1,19 \text{ \AA}$). Odcinek a_0x_0 odpowiada wartości E_p drobinę w stanie normalnym.

Każde wiązanie w drobinie posiada swoją charakterystykę, którą obrazuje odpowiednia krzywa energii potencjalnej.



Rys. 4.

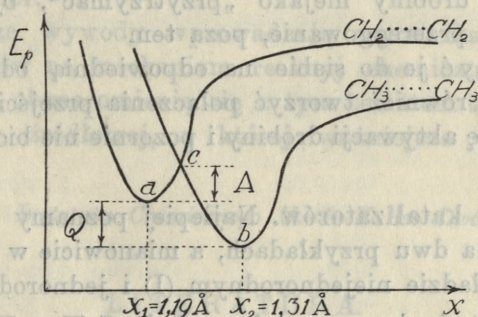
Aby sobie obecnie schematycznie przedstawić tę reakcję uwodornienia, przebiegającą w myśl równania



narysujmy w odpowiedniej skali krzywe przebiegu energii potencjalnej drobin etylenu C_2H_4 i etanu C_2H_6 (p. rys. 5) w stanach normalnych. Wyobraźmy sobie, że drobinę etylenu C_2H_4 , będąca w stanie trwałym, przedstawionym przez punkt a , będzie pobierała energję w ten sposób, że odległość między grupami CH_2 będzie wzrastała. Będzie ona przechodziła stany, przedstawione przez coraz wyżej położone punkty krzywej na prawo od a . Przyłączenie drobinę wodoru stanie się możliwym

dopiero wtedy, gdy drobina etylenu dojdzie do stanu c , odpowiadającego pewnemu stanowi mającej się wytworzyć drobinę etanu, jak to widać na rysunku, gdzie punkt c leży na przecięciu krzywych, przedstawiających stany energetyczne etylenu i etanu. Wytworzona drobina etanu znajdzie się w stanie anormalnym, w którym pozostawać nie może, i przeto przyjdzie do stanu normalnego b , wydzielając przytem nadmiar energii, równy Q ciepłu reakcji. Energia A jest energią aktywacji.

Trzeba przytem podkreślić, że do wywołania reakcji potrzeba wyprowadzenia ze stanu normalnego tylko jednego rodzaju drobin, biorących udział w reakcji, w naszym przypadku tylko etylenu — wodór może pozostawać w stanie normalnym.



Rys. 5.

Rzecz ta przedstawia się zatem inaczej niż w teorii Arrheniusa, gdzie warunki zaistnienia reakcji dotyczyły obu drobin reagujących.

14. Ogólne warunki zaistnienia reakcji. Pomijaliśmy dotychczas rozmyślnie niektóre inne warunki, które ogólnie biorąc, są konieczne do zaistnienia reakcji. Naogół są one następujące:

- 1) Drobiny muszą się zbliżyć na dostateczną odległość,
- 2) Czas zetknięcia się drobin ze sobą musi być odpowiednio długi i
- 3) Przynajmniej jedna z drobin musi być wyprowadzona ze stanu normalnego przez odpowiednie dodanie energii.

Warunek ostatni został już omówiony powyżej. Obliczenie możliwości pierwszego warunku daje nam znajomość „przekroju działania“ drobin, większego aniżeli rzeczywista średnica atomu; ten „przekrój działania“ można obliczyć z lepkości gazu, ze stałej sieci przestrzennej i t. d.

Teoria kinetyczna daje odpowiedź na warunek drugi. — Wynika z niej, że czas trwania zderzenia drobin wynosi 10^{-12} do 10^{-13} sek., ale ponieważ przegrupowania elektronowe, związane z tworzeniem się wiązania, wymagają okresu czasu conajmniej rzędu 10^{-8} sek. — okres trwania zderzenia, obliczony na podstawie teorii kinetycznej, trwa 100.000 razy za krótko, aby reakcja mogła nastąpić.

I tutaj występuje doniosła rola katalizatorów, która polega na tem, by:

- 1) dwie drobinę niejako „przytrzymać“, by one miały dość czasu na przereagowanie, poza tem
- 2) zbliżyć je do siebie na odpowiednią odległość oraz
- 3) często również tworzyć połączenia przejściowe, zmniejszające energję aktywacji drobinę i pozornie nie biorące udziału w reakcji.

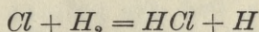
15. Typy katalizatorów. Najlepiej poznamy rolę katalizatorów na dwu przykładach, a mianowicie w przypadkach katalizy w układzie niejednorodnym (I) i jednorodnym (II).

I. I tak stwierdzono np., że reakcja $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6$ nie jest katalizowana metalicznym żelazem, natomiast stop żelaza z niklem przy małym dodatku litu jest doskonałym katalizatorem.

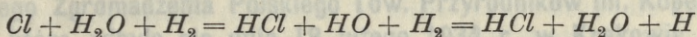
Takie selektywne działanie katalizatora łatwo da się wytłumaczyć na podstawie powyższych rozważań w sposób następujący. Żelazo metaliczne jest kryształem; odległość atomów żelaza w jego sieci krystalicznej jest stosunkowo duża. Gdy więc, w myśl Langmuir'owskiej teorii adsorbcji gazów, która zakłada, że centrami adsorbcji są poszczególne atomy sieci przestrzennej, a więc w naszym przypadku atomy *Fe*, na sąsiednich atomach ugrzęzną na pewien czas drobinę etylenu i wodoru, to jednakże odległość między nimi jest zbyt wielka, aby reakcja mogła zaistnieć. Natomiast w przypadku, gdy katalizatorem jest stop, stała jego sieci przestrzennej jest znacznie mniejsza i dzięki temu reakcja idzie.

Katalizator działa w tym przypadku jako czynnik, przytrzymujący drobiny przez pewien czas w pewnej odległości.

II. Na zakończenie rozpatrzmy przykład reakcji w układzie jednorodnym. Jest wiadomem, że reakcja:



nie zachodzi bez pary wodnej, jakkolwiek para ta pozornie udziału nie bierze. Działanie katalityczne pary wodnej w tym przypadku tłumaczymy tem, że chlor atomowy odbiera wodór od wody, tworząc chlorowódór, a pozostały hydroksyl OH reaguje z drobiną wodoru H_2 i daje wodę i atomowy wodór:



Woda zatem odtwarza się. Taka reakcja wymaga mniejszej energii aktywacji aniżeli reakcja działania atomowego chloru na suchy wodór.

Powyższe wywody wprowadzają czytelnika do najnowszych poglądów na mechanizm reakcyj chemicznych. Dla dokładniejszego obznajomienia się z tym tematem trzeba sięgnąć do literatury źródłowej, z której ważniejsze prace podaję poniżej.

Z I. Instytutu Chemicznego U. J. K. we Lwowie.

LITERATURA.

1. Discussion on the critical increment of homogenous reactions. London, 1931. (Praca zbiorowa, wydawnictwo The Chemical Society).
2. A. Eucken. Lehrbuch der chemischen Physik. 1930.
3. V. Henri. La structure des molécules. Paris, 1925.
4. V. Henri. Bases scientifiques du cracing et de l'hydrogénation des huiles minerales, 1931.
5. C. N. Hinshelwood. Kinetics of homogenous gas reactions. Oxford, 1929.
6. R. Mecke. Molecular spectra in relation to photochemical change. Trans. Farad. Soc. April, 1931.
7. M. Polanyi. Atomic reactions. London, 1932.
8. R. C. Tolman. Statistical Mechanics. N. Y., 1927.
9. M. Trautz. Lehrbuch der Chemie. 1924.
10. W. Weitzel. Bandenspektren. Leipzig, 1931.

Razem 53.396 34 zł.

47.523-22 zł.

Sprawy Towarzystwa.

PROTOKÓŁ

Walnego Zgromadzenia Polskiego Tow. Przyrodników im. Kopernika,
które odbyło się dnia 18 lutego 1934 r. w Krakowie.

1. Przyjęto sprawozdanie Przewodniczącego, Sekretarza, redaktorów czasopism, Kierownika Stacji Biolog. w Drozdowicach i Bibliotekarza.
2. Przyjęto do wiadomości następujące sprawozdanie budżetowe i preliminarz na rok 1934:

PRZYCHODY:	Sprawozdanie budżetowe za rok 1933	Preliminarz na rok 1934
Pozostałość	5.021·08 zł.	10.023·22 zł.
Wkładki członków	17.204·10 „	14.000— „
Dochody oddziałów	2.377·05 „	1.000— „
Odsetki	139·31 „	— „
Składki na Ligę ochr. przyrody	86·95 „	— „
Dochody Kosmosu	268·05 „	500— „
„ Wszechświata	1.508·10 „	1.500— „
Zasiłki	25.783·65 „	20.000— „
Różne	1.008·05 „	500— „
Razem	53.396·34 zł.	47.523·22 zł.

ROZCHODY:		
Kosmos A. i B.	16.046·91 zł.	16.000— zł.
Wszechświat	11.327·92 „	12.000— „
Biblioteka	551·72 „	1.200— „
Stacja biolog.	306·52 „	300— „
Zarząd główny	313·43 „	500— „
Koszty podróży	1.677·50 „	1.500— „
Wydatki oddziałów	4.617·62 „	5.000— „
Liga i Międz. Biuro ochrony przyrody	106·20 „	— „
Spłata zobowiązań	8.425·30 „	8.000— „
Pozostałość kasowa	10.023·22 „	3.023·22— „
Razem	53.396·34 zł.	47.523·22 zł.

3. Na wniosek Komisji Rewizyjnej uchwalono wyrazić Zarządowi Głównemu absolutorjum.

4. Uchwalono następujące wnioski:

a) Mianowano członkami honorowymi T-wa: Prof. Bohdana Dyakowskiego, Prof. Dr. Józefa Paczoskiego, Prof. Dra Władysława Szafera, Prof. Dra Juliana Tokarskiego.

b) uchwalono obniżyć wkładkę członkowską do 18 zł. rocznie, przyczem równocześnie uchwalono zmniejszyć wkładkę dla studentów szkół wyższych do 9 zł. rocznie. Członków bezrobotnych na czas bezrobocia zwolniono od opłaty członkowskiej.

c) uchwalono upoważnić Zarząd główny do poczynienia na wniosek poszczególnych oddziałów ulg w spłacie zaległości wkładkowych członków z przed 1933 r.

d) uchwalono nowy statut T-wa, który wejdzie w życie po zatwierdzeniu go przez Władze administracyjne.

e) uchwalono zwrócić się do Ministerstwa W. R. i O. P. z prośbą o zezwolenie kołom i związkom naukowym studentów szkół wyższych należenia do T-wa.

f) uchwalono wybór następnego Walnego Zgromadzenia przekazać Zarządowi głównemu.

g) uchwalono, by referaty umieszczane w Kosmosie B mogły być w pewnych przypadkach (n. p. gdy idzie o referaty zbiorowe prac wykonanych w Polsce) na życzenie autorów a za zgodą redaktora uzupełniane streszczeniem w języku obcym.

h) uchwalono w miarę możliwości przywrócić „Wszecshwiatowi“ charakter miesięcznika.

i) uchwalono wcząć odpowiednią akcję w kierunku usunięcia braków w zakresie krajowej wytwórczości przyrodniczych filmów naukowych oraz w kierunku polepszenia organizacji w udostępnieniu takich filmów zagranicznych.

j) uchwalono wniosek w sprawie możliwości powołania komisyj przy oddziałach, któreby z urzędu przesyłały sprostowania rażących błędów w artykułach przyrodniczych, zamieszczanych w prasie.

k) uchwalono następującą rezolucję: Przyrodnicy polscy zebrani w dniu 18 lutego 1934 r. na Walnem Zgromadzeniu P. T. P. im. Kopernika w Krakowie witają z radością wiadomość, dotyczącą ustawy o ochronie przyrody, która ma być uchwaloną w najbliższym czasie przez Ciąła Ustawodawcze Rzpltej, uważając to za spełnienie jednego z najważniejszych postulatów naukowych i kulturalnych w Polsce, poruszanych niejednokrotnie przez P. T. P. im. Kopernika. Równocześnie zebrani witają z radością i wdzięcznością fakt wejścia Państwa Polskiego w Tatry jako najpoważniejszego właściciela, widząc w tem gwarancję rychłego zrealizowania Parku Narodowego w tych górach.

l) uchwalono wyrazić Prof. Władysławowi Szaferowi serdeczne podziękowanie za włożony trud przy realizacji ustawy o ochronie przyrody.

5. Wylosowano i wybrano ponownie członków Zarządu głównego: A. Banta, J. Dębowskiego, M. Kamińskiego, W. Kulmatyckiego, zastępców członków Zarządu głównego: R. Kuntzego, St. Pawłowskiego. Komisję rewizyjną wybrano w dotychczasowym składzie: J. Aleksandrowicz, A. Dudryk, St. Stobiecki, T. Wojno.

Sprawozdanie z działalności oddziałów w r. 1933.

Oddział Bydgoski: W marcu zorganizowano uroczystości z okazji 10-lecia istnienia Oddziału. Prócz odczytów naukowych Oddział urządził 5 odczytów popularnych. Oddział wziął udział w urządzeniu wystawy książki polskiej. Walne Zgromadzenie odbyło się dnia 6 lutego 1934. Przewodniczącym wybrano ponownie Prof. Stanisława Hołyńskiego. Członkowie Oddziału: W. Chmielarski, J. Gabański, H. Juraszkówna, M. Krukowski, W. Kulmatycki, P. Leszczenko, L. Monowid, Orłowicz, W. Pęska-Kieniewiczowa, W. Rutkowski. Członkowie Komisji Rewizyjnej: L. Garbowski, S. Kéler, R. Kwieciński.

Oddział Krakowski: Staraniem Oddziału urządzoną została wystawa płodów kopalnych Ziemi polskich. Czysty dochód z tej wystawy wyniósł ponad 500 zł. W okresie sprawozdawczym wyświetlono trzy filmy przyrodnicze. Walne Zgromadzenie odbyło się dnia 31 stycznia 1934. Przewodniczącym Oddziału wybrano ponownie Prof. Dr. Tadeusza Estreichera. Członkowie Zarządu Oddziału: B. Dyakowski, A. Dziurzyński, J. Golański, L. Kowalski, S. Kreutz, M. Książkiewicz, G. Leśnodorski, K. Maślankiewicz, W. Michalski, J. Momot, J. Nowak, B. Pawłowski, K. Piech, Z. Rosen, S. Smreczyński, W. Szafer, W. Vorbrodt. Członkowie Komisji Rew.: F. Rogoziński, S. Stobiecki, W. Wajdowicz.

Oddział Lwowski: Walne Zgromadzenie odbyło się dnia 30 stycznia 1934 r. Przewodniczącym wybrano Doc. Dr. Kazimierza Sembrata, zastępcą przewodniczącego Prof. Dr. Augusta Zierhofferera. Członkowie Zarządu Oddziału: A. Bant, B. Fuliński, M. Kamiński, J. Kinel, B. Kokoszyńska, A. Kozikowski, S. Kulczyński, Z. Pazdro, F. Stroński, D. Szymkiewicz, S. Wierdak. Członkowie Komisji Rew.: J. Ladenberger, J. Poratyński, M. Świątkiewicz.

Oddział Poznański: Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 30 stycznia 1934. Przewodniczącym Oddziału wybrano Prof. Dr. Józefa Witkowskiego, Zastępcą przewodniczącego Prof. Dra Adama Wodzickę. Członkowie Zarządu Oddziału: A. Denizot, J. Dobrowolski, J. Grochmalicki, A. Jakubski, A. Moszyński, L. Padlewski, S. Pawłowski, J. Rafalski, W. Schramm, E. Schechtel, K. Smulikowski, K. Stecki, J. Szulczewski, L. Zbyszewski. Członkowie Komisji Rew.: A. Gałęcki, T. Smoluchowski.

Do sprawozdania z działalności oddziałów w r. 1933.

Oddział	Ilość członków			Ilość odbytych			Dochody				Rozchody		
	referatów	komuni- katów	wycieczek	Wkładki członków	Inne dochody Oddziału	Saldo z r. 1932	Przeka- zано Za- rządowi Głównu zł.	Wydatki Oddziału	Saldo na r. 1934				
	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.	zł.
Bydgoski	9	—	1	813.20	2.44	130.12	531.—	259.95	154.81				
Krakowski	22	9	7	3.749.90	1.284.71	62.04	2.924.—	1.920.73 ¹⁾	251.92 ²⁾				
Lwowski	15	—	—	4.830.—	503.20	144.41	4.241.—	1.133.02 ³⁾	103.59				
Poznański	15	4	—	2.066.50	203.33	91.61	1.404.—	514.—	443.44				
Śląski	12	—	3	1.383.50	8.94	376.40	1.480.—	193.10	95.74				
Warszawski	8	—	—	1.930.—	37.50	19.77	1.450.—	461.82	75.45				
Wileński	8	—	—	1.591.—	18.30	0.70	1.337.80	261.45	10.75				
Zagłębia Dąbrowskiego				840.—	613.81	75.33	1.160.—	302.56	66.58				

¹⁾ W tej pozycji mieszczą się wydatki na kwotę 1.003.10 zł. związane z urządzeniem 3 imprez dochodowych.

²⁾ Ponadto Oddział Krakowski posiada 2 książeczki Kasy Oszczędności m. Krakowa na kwotę 628.28 zł.

³⁾ W tej pozycji mieści się subwencja w kwocie 500 zł. przeznaczona na zasiłek naukowy.

Oddział Śląski: Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 31 stycznia 1934. Przewodniczącym Oddziału wybrano ponownie Doc. Dr. Anielę Kozłowską, Zastępcą przewodniczącego Insp. K. Galusa. Członkowie Zarządu Oddziału: A. Czudek, H. Gądkówna, W. Gębik, Z. Gutfreundówna, S. Janicki, Z. Ryzewicz, K. Wallisch. Członkowie Komisji Rew.: J. Kiełbasa, K. Skoczylas-Ciszewska, Stuglik.

Oddział Warszawski: Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się 19 stycznia 1934. Przewodniczącym Oddziału wybrano ponownie Prof. Dr. Jana Dembowskiego, Zastępcą przewodniczącego Doc. Dr. Piotra Słonimskiego. Członkowie Zarządu Oddziału: L. Anigstein, St. Bilewicz, A. Dorabialska, J. Gadomski, M. Huber, M. Konopacki, E. Korb, M. Korczewski, Z. Kraczkiewicz, Przedstawiciel Koła Przyrodników S. U. W. Członkowie Komisji Rew.: W. Lampe, J. Sosnowski, Z. Wóycicki.

Oddział Wileński: Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 8 lutego 1934. Przewodniczącym Oddziału wybrano ponownie Prof. Dr. Stanisława Hillera. Członkowie Zarządu Oddziału: K. Bohdanowicz, J. Kruszyński, S. Mierzejewski, M. Racięcka. Członkowie Komisji Rewizyjnej: E. Lelesz, J. Sokołowski, Z. Hryniewicz.

Oddział Zagł. Dąbrowskiego: Oddział został mianowany delegatem Państw. Rady Ochrony Przyrody. Walne Zgromadzenie odbyło się dnia 9 lutego 1934. Przewodniczącym wybrano ponownie Prof. Witolda Wypiańskiego, zastępcami przewodniczącego Inż. Piotra Markiewicza i Dr. Maksymiljana Wołkowicza. Członkowie Zarządu Oddziału: H. Figłowa, A. Fink, K. Lemańczyk, A. Piwowar, M. Stelmachówna, S. Weinzieher, H. Wojewódzki, W. Zillinger. Członkowie Komisji Rewizyjnej: B. Czarski, A. Nasiłowski, W. Witkowski.
