

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
B I O L O G I A



ROK XII

ZESZYT 2(61)

WARSZAWA 1963

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1963

PANSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Jan Dembowski, Kazimierz Petrusiewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Zbigniew Pomianowski*

Adres redakcji: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (tel. 3001, wewn. 2074)

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1197+153 egz. Ark. wyd. 10, ark. druk. 7,75

Papier ilustr. 70 g. V kl., 70×100

Oddano do składania 29.I.63. Podpisano do druku 11.IV.63.

Druk ukończono w kwietniu 1963

Zam. 43

L-80

Cena zł 15.—

Warszawska Drukarnia Naukowa — Warszawa, Śniadeckich 8

AUGUST DEHNEL

(1903 — 1962)



Tragiczne zniwo śmierci wyrwało z naszego grona jeszcze jedną ofiarę. W dniu 22 listopada 1962 r. zmarł w Warszawie nagle, na zawał serca, wybitny zoolog, profesor dr August Dehnel, członek korespondent Polskiej Akademii Nauk, twórca i kierownik Zakładu Badania Ssaków PAN w Białowieży, długoletni kierownik Katedry Anatomii Porównawczej UMCS w Lublinie, członek Komisji Ochrony Przyrody Państwowej Rady Ochrony Przyrody, członek Lubelskiego Towarzystwa Naukowego, Polskiego Towarzystwa Zoologicznego, Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika oraz zagranicznych towarzystw naukowych: American Society of Mammalogists i Deutsche Gesellschaft für Säugetierkunde. Odznaczony był Krzyżem Walecznych, Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski i Złotym Krzyżem Zasługi.

A. Dehnel urodził się w Warszawie 25 czerwca 1903 r. jako syn lekarza, Michała Dehnela i Marii ze Śliwickich. Do roku 1914 uczęszczał do gimnazjum Konopczyńskiego w Warszawie, w latach 1915—1917 uczył się w gimnazjum polskim w Kijowie, następnie od r. 1918 w gimnazjum im. St. Staszica w Warszawie.

Jako uczeń gimnazjalny brał udział w kampanii wojennej w latach 1918—1920. Wziął również czynny udział w Powstaniu na Górnym Śląsku. Krzyżem Walecznych został odznaczony w 1920 r.

Bezpośrednio po otrzymaniu matury w 1922 r. wstąpił na Wydział Filozoficzny Uniwersytetu Warszawskiego, obierając jako przedmiot studiów biologię. Tu bardzo wcześnie zwrócił na siebie uwagę wybitnego embriologa i teratologa, profesora Jana Tura, pod którego kierownictwem wykonał pracę doktorską na temat genezy potworności złożonych u żółwia (*Emys orbicularis* L.). W pracy tej A. Dehnel udowodnił, że niektóre typy potworności złożonych u żółwia powstają z jaj wielojądrowych. Stanowi ona podstawową pozycję w dziedzinie teratogenezy i wyniki jej zostały szeroko omówione w znanym podręczniku teratologii J. Tura. Pierwsze dwie prace naukowe ogłosił A. Dehnel już w 1925 r., w tej liczbie jedną w czasopiśmie zagranicznym. W tym samym roku pracował w Zakładzie Anatomii Porównawczej jako asystent wolontariusz. Po uzyskaniu doktoratu w 1926 r. powołany został na stanowisko starszego asystenta, na którym pozostał do 1936 r. Głównie zainteresowania naukowe A. Dehnela — mimo pewnych sukcesów, jakie odniósł w teratogenezie, której poświęcił 5 prac — kierowały się w stro-

nę normalnej i eksperymentalnej embriologii ptaków. Interesował się przede wszystkim wczesnymi stadiami rozwojowymi różnych gatunków ptaków dzikich. Zbiór Jego, składający się z kilkuset preparatów, obejmował wczesne stadia rozwojowe (do kilkunastu par somitów) 15 gatunków ptaków należących do 5 rzędów. Z tej dziedziny ogłosił 7 prac. Były to bądź opisy wczesnych stadiów rozwojowych nie znanych pod tym względem gatunków (np. rozwój cietrzewia czy sójki), bądź próby pewnej syntezy opracowanego materiału („O typach rozwojowych wczesnych stadiów ptaków”) ze zwróceniem uwagi na wykryte ważne i istotne różnice, jakie występują w tym względzie między gniazdownikami i zagniazdnikami. W pracach tych uderza wybitnie ewolucyjne podejście autora do opracowywanych zagadnień. Największym osiągnięciem tego okresu były prace eksperymentalne. Po przeprowadzeniu ponad 3000 nieudanych eksperymentów rozszczepiania zarodków kurzych w stadium wczesnej smugi pierwotnej A. Dehnel zdołał w końcu opracować właściwą technikę zabiegu. Rozszczepiania dokonywał za pomocą prądu elektrycznego, wyzyskując zjawisko odpychania się jednakowo naelektryzowanych komórek wzdłuż odpowiednio skonstruowanej elektrody. Okazało się, że jaja ptaków, które uchodziły za pozbawione zdolności regulujących, po odpowiednim potraktowaniu budują w rozszczepionych połowach pełną cewkę nerwową oraz mózg; w zdwojonym układzie wytwarza się para zawiązków ocznych i usznych, regulują również od strony rozszczepienia protosomity, tworzą się kanaliki zawiązków układu wydalniczego, odtwarza się u każdego z komponentów struna grzbietowa. Doniesienie tymczasowe, poparte odpowiednimi zdjęciami dowodowymi obiektów totalnych i skrawków mikrotomowych, ukazało się drukiem w 1933 r. w *Kosmosie*. Wydrukowane po polsku podzieliło los wielu prac publikowanych w językach niekongresowych — pozostało nieznanne za granicą. Odejsięcie w 1936 r. A. Dehnela z Zakładu przekreśliło dalsze badania i zamierzona obszerna publikacja, która miała szczegółowo podać wyniki doświadczeń, nigdy się nie ukazała. Prace eksperymentalne były prowadzone w czasie, gdy między kierownikiem Zakładu a A. Dehnelem powstał szereg zadrażnień na tle interpretacji uzyskiwanych wyników i określenia zakresu rozrastającej się przygotowywanej do opublikowania pracy. Osiągnawszy nieprzeciętne wyniki, mając już opublikowanych 14 prac naukowych, A. Dehnel porzucił Zakład Anatomii Porównawczej. Próbował kontynuować badania w Zakładzie Biologii Wydziału Lekarskiego UW, ale z braku odpowiedniej aparatury musiał z nich zrezygnować. W tej sytuacji podjął A. Dehnel śmiałą decyzję całkowitej zmiany kierunku swej dotychczasowej pracy naukowej. Obrął dziedzinę, w której można pracować przy nader skromnych warunkach. Przystąpił do badań nad drobnymi ssakami. Do teratologii i embriologii ptaków już nie powrócił, nie zdołał też ogłosić wyników swych doświadczeń nad gadami. Po wojnie opublikował tylko drobną pracę poświęconą przypadkowi potworności złożonej u zółwia, do której to pracy zachowały się notatki i fotografie. Reszta materiałów naukowych przepadła w czasie działań wojennych.

Po odejściu z Zakładu Anatomii Porównawczej UW pracował przez kilka miesięcy w Państwowym Muzeum Zoologicznym, najpierw z powodu braku odpowiedniego etatu na etacie woźnego, potem otrzymał roczne stypendium. Wyjechał na Polesie, gdzie z właściwą sobie pasją i niebywałą energią zgromadził imponujący materiał około 2000 okazów *Micromammalia*. Materiały te opracował, ale częściowe wyniki zdołał

ogłosić dopiero po wojnie. W latach 1938—1939 przeprowadził na zlecenie ówczesnej Naczelnej Dyrekcji Lasów Państwowych badania związane z ochroną bobra. Wynikiem drobiazgowych studiów była ukończona obszerna i wyczerpująca monografia „Bobry na terenach państwowych dorzecza Niemna i Prypeci”, której maszynopis (150 str.) wraz z licznymi fotografiami dowodowymi spłonął w czasie wojny. Równocześnie opracował rodzaj podręcznika „Zasady gospodarki w rezerwach bobrowych”, którego maszynopis również uległ zniszczeniu w czasie wojny. Z dokonanych wówczas obserwacji nad życiem bobrów zaczerpnął tematykę do wydanych w 1949 i 1958 r. opowiadań pt. *Zamki na wodzie*, zawierających liczne nowe dane z biologii tych zwierząt.

Pobyt na Polesiu i badania nad Niemnem dały A. Dehnelowi wyjątkową i cenną dla biologa okazję pracy wśród nieomal pierwotnej przyrody, do poczynienia niezmiernie wartościowych obserwacji naukowych. Poznał i zrozumiał przyrodę, zbliżył się do ludzi żyjących poza kręgiem miasta, ich również poznał i zrozumiał. Pobyt na tych obszarach otworzył A. Dehnelowi nowe perspektywy badawcze i wywarł znaczny wpływ na Jego dalszy kierunek naukowy. Hodowla zwierząt, tresura psów myśliwskich, układanie ptaków drapieżnych do łowów — uzupełniały Jego pracowite badania. Wydana w 1939 r. książka pt. *O sztuce układania ptaków drapieżnych do łowów* oparta jest na własnych doświadczeniach w tej dziedzinie i stanowi do dziś jedyną publikację polską o sokolnictwie od czasów wydanej w 1858 r. książki K. Wodzieckiego. Obserwacje nad drapieżnikami dały podstawę dla pracy o biologii jastrzębia gołębiarza i sokoła wędrownego, opublikowanej przez A. Dehnela w 1939 r.

Podczas drugiej wojny światowej A. Dehnel jako oficer rezerwy wziął udział w kampanii wrześniowej i dostał się do niewoli niemieckiej, gdzie przebywał do maja 1945 r. Pobyt w obozie jenieckim wykorzystywał na działalność dydaktyczną i popularyzatorską. Prowadził wykłady biologii, wygłaszał pogadanki, organizował seminaria, nawet „publikował” napisane przez siebie książki (w nakładzie 2 egzemplarzy!). Jednym z Jego uczniów z tego okresu jest pracujący obecnie w Australii znany uczony, specjalista od biomechaniki czaszki, prof. Ryszard Tucker, podówczas nieprzeciętnie zdolny student V roku weterynarii. Po wyzwoleniu obozu pracował A. Dehnel w latach 1945—1946 w polskich obozach dla byłych deportowanych jako oficer oświatowy i żywnościowy.

Po powrocie do kraju wiosną 1946 r. zgłosił się A. Dehnel do Państwowego Muzeum Zoologicznego, otrzymał stanowisko kierownika Wydziału Kręgowców, włączył się do prac nad odbudową zniszczonej placówki i przyczynił się do szybkiego wznowienia wydawnictw Muzeum. Równocześnie doprowadził do końca i opublikował *Przyczynek do znajomości przedstawicieli rodzaju *Microtus* z Polesia i Wileńszczyzny* oraz odtworzył z notatek *Wykaz stanowisk bobra*, niestety znacznie skrócony wobec zaginięcia maszynopisu monografii ukończonej przed wojną. Opracował nadto wraz z E. Kamińskim i ogłosił popularną broszurkę o najpospolitszych gryzoniach, napisał wspomniane już wyżej *Zamki na wodzie* i opublikował zachowane materiały z embriologii żółwia. Praca w Państwowym Muzeum Zoologicznym była dla A. Dehnela okresem, w którym ostatecznie krystalizowały się Jego przyszłe kierunki badań. Poszukując różnych dróg doszedł do przekonania, że kryteria morfologiczne stosowane powszechnie w owym czasie do systematyki ssaków są za mało precyzyjne, a wnioski pozostawiają za duże możliwości spe-

kulacji opartych na niedostatecznych materiałach. Rozwiązanie trudności widział w kompleksowych badaniach nad morfologią i fizjologią tych zwierząt oraz warunkami bytowania w terenie. W roku 1947 przyjął A. Dehnel propozycję objęcia kierownictwa Katedry Anatomii Porównawczej na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Katedrę, istniejącą dotychczas tylko na papierze, trzeba było zorganizować od podstaw. Dokonuje tego w latach 1947—1948, tworząc oparcie dla badań anatomiczno-porównawczych nad ssakami. W roku 1948 opuścił A. Dehnel Państwowe Muzeum Zoologiczne, dzieląc odąd swą pracę między Katedrę w Lublinie i ośrodek teriologiczny w Białowieży, którego zaczątkiem była mała pracownia zorganizowana przez Niego w tym samym roku. W tej pracowni przystąpił do opracowywania zbioru drobnych ssaków, zgromadzonego pod kierownictwem prof. dra J. J. Karpińskiego przez białowieską filię Instytutu Badawczego Leśnictwa. Jest to niewątpliwie największy zbiór tych zwierząt w Europie, dający wprost nieograniczone możliwości badawcze. Tego typu materiały wykorzystywane są zwykle przede wszystkim dla celów ekologicznych. A. Dehnel był przeświadczony, że materiał ten, ze względu na ogólnie wówczas przyjętą w ekologii metodę zbierania, nie nadaje się do wniosków ekologicznych (co udowodnił kilka lat później w pracy nad biologią *Soricidae*), zato przedstawia bezcenny zbiór dla opracowania takich zagadnień jak zmienność indywidualna, wiekowa i sezonowa, zmiany wywoływane bezpośrednim czy pośrednim działaniem czynników klimatycznych itp. Już wówczas próbował stosować takie metody konserwacji materiału, by móc go wyzyskać w sposób bardziej pełny i rozpocząć badania nad związkami między zmiennością osobników a działalnością gruczołów wydzielania wewnętrznego. Pierwsza praca A. Dehnela wykonana na materiale białowieskim („Badania nad rodzajem *Sorex* L.”) wyraźnie wskazuje, w jakim kierunku pójdą dalsze badania Jego i przyszłych współpracowników. A. Dehnel wykrył między innymi zupełnie nieoczekiwane i zdumiewające zjawisko, że czaszka ryjówek podlega zmienności sezonowej, mianowicie w okresie jesienno-zimowym ulega dość znacznemu spłaszczeniu, wiosną staje się wysoka i znowu u osobników starych, ku jesieni, staje się płaska. Stwierdzenie to godziło w podstawy dotychczasowej systematyki *Soricidae*. Opierając się na swoich obserwacjach wykazał A. Dehnel, że liczne amerykańskie i azjatyckie mniemane gatunki i podgatunki *Soricidae* są w rzeczywistości sezonowymi formami innych, dawniej już znanych gatunków. Zjawisko to otwierało poza tym bardzo szerokie nowe perspektywy badawcze, bo istota rzeczy nie leżała w samym jego stwierdzeniu, ale w poznaniu jego charakteru i przyczyn. Za pracę tę otrzymał A. Dehnel Nagrodę Państwową III stopnia. Na jej podstawie habilitował się w 1949 r. na Uniwersytecie Warszawskim. Wyniki pracy stały się punktem wyjściowym dla utworzenia kolektywu naukowego, stały się początkiem teriologicznej szkoły Dehnela.

Z wrodzoną Mu energią, zapalem i umiejętnością przystąpił teraz A. Dehnel do zorganizowania odpowiedniego warsztatu naukowego, wyposażonego w konieczną aparaturę, oraz do szkolenia pracowników, którzy mogliby podjąć zakrojone na szeroką skalę badania. W latach 1952—1954 utworzył A. Dehnel w Białowieży rodzaj nieoficjalnej placówki teriologicznej pod patronatem Katedry Anatomii Porównawczej UMCS. W tym okresie asystenci i dyplomanci ogłosili drukiem ponad 20 prac opartych na materiale z Białowieży. W tym też czasie publiko-

wał A. Dehnel dalsze swe prace, jak: *Badania nad rodzajem Neomys, Biologia rozmnażania ryjówki (Sorex araneus L.) w warunkach laboratoryjnych, Materiały do biologii Soricidae* (wraz z St. Borowskim). W roku 1954, dzięki staraniom A. Dehnela, placówkę białowieską przejęła Polska Akademia Nauk. Został utworzony Zakład Badania Ssaków PAN, związany początkowo organizacyjnie z Instytutem Zoologicznym PAN, a od 1957 r. usamodzielniony jako pomocnicza placówka naukowa Wydziału II PAN. Kierownikiem Zakładu pozostał A. Dehnel do ostatnich dni swego życia.

Trudno jest w krótkim wspomnieniu przedstawić całość nadludzkiego wprost wkładu A. Dehnela w organizację Zakładu. Rozumiał dobrze, że należy równocześnie szkolić pracowników, prowadzić badania naukowe, uzyskać odpowiedni plac i wybudować w pierwszym etapie pomieszczenia dla hodowli oraz zaplecze techniczne i mieszkania dla powiększającej się kadry pracowników. Przy tym wszystkim trzeba było pokonywać piętrzące się trudności administracyjne i finansowe. Wykazał w tym A. Dehnel wyjątkowe uzdolnienia organizacyjne. Pracował bez wytchnienia, poświęcając bez reszty całą swą niespożytą energię, zaniedbując odpoczynek, nawet sen. Budowa prowadzona była pod osobistym Jego kierownictwem. Własnymi rękami pracował na budowie, dając dobry przykład i zaszczepiając innym swój entuzjazm. A przy tym trzeba było ustawicznie wyjeżdżać to do Warszawy, to do Lublina, kierować pracą i w Białowieży, i w Uniwersytecie MCS, samemu pracować naukowo i brać czynny udział w życiu naukowym różnych organizacji. Była to praca przekraczająca możliwości zwykłego człowieka. W wyniku tych wysiłków kierownika i całego kolektywu powstała żywa i działająca placówka naukowa, mająca perspektywy dalszego wspaniałego rozwoju. Rozbudowa Zakładu wymaga tylko specjalnego budynku na wygodne rozlokowanie pracowni naukowych. Tego ostatniego Profesor niestety nie doczekał.

Wytknięty przez A. Dehnela kierunek badań naukowych Zakładu objął: indywidualną, sezonową i wiekową zmienność ssaków przy uwzględnieniu czynników sterujących tymi zjawiskami i przy zastosowaniu metod anatomicznych, histologicznych i fizjologicznych; dynamikę populacji ssaków; badania nad mieszańcami bydła domowego i żubra, co poza znaczeniem poznawczym może mieć dużą wartość praktyczną, mianowicie możliwość uzyskania nowych użytkowych ras bydła; badania nad hybrydizacją międzygatunkową innych ssaków; próby hodowli i uzyskania nowych zwierząt laboratoryjnych; badania faunistyczne nad ssakami przede wszystkim Polski wschodniej oraz opracowanie fauny ssaków Polski; badania nad wpływem czynników klimatycznych, przede wszystkim światła, na biologię ssaków. Te ambitne i wielostronne badania przyniosły już bardzo interesujące wyniki. Ogółem zostały wykonane w Zakładzie pod kierunkiem A. Dehnela 134 prace naukowe. Kursopracytki w Zakładzie, organizowane corocznie przez 8 lat i osobiście kierowane przez A. Dehnela, były wzorem praktyk wakacyjnych dla studentów biologii. W Zakładzie wykonywali swe prace liczni specjaliści. Zakład uzyskał nie tylko w Polsce opinię jednej ze wzorowo pracujących placówek zoologicznych. Autorytet naukowy kierownika i rozgłos, jaki powstał wokół prac naukowych tu prowadzonych, spowodowały, że do Białowieży przyjeżdżali corocznie liczni teriolodzy zagraniczni: ze Związku Radzieckiego, Niemiec, Francji, Anglii i innych krajów. Zakład stał się wzorem eksperymentalnej placówki zoologicz-

nej, prowadzącej kompleksowe i wielostronne badania. A. Dehnel wyjeżdżał kilkakrotnie w sprawach naukowych za granicę: do Anglii oraz kilka razy do Niemiec, gdzie w 1962 r. wygłosił referat w telewizji.

Polska Akademia Nauk w uznaniu zasług naukowych A. Dehnela powołała Go na swego członka korespondenta w 1958 r. Całość drukowanego dorobku naukowego A. Dehnela zawarta jest w 37 publikacjach i w tej liczbie znajduje się ponad 20 prac o wybitnej wartości, a kilka publikacji (zwłaszcza embriologiczne i teriologiczne) przyniosły Mu sławę świetnego badacza i śmiałego eksperymentatora. Był redaktorem naczelnym wydawnictwa naukowego Zakładu, *Acta Theriologica*, którego 5 pełnych tomów ukazało się w latach 1958—1962. Pozostawił liczne grono uczniów. Pod Jego kierownictwem wykonało swe prace i uzyskało stopień doktora 8 młodych teriologów, a 5 przewodów doktorskich, których był promotorem, jest w toku. Pod Jego kierownictwem wykonało prace magisterskie około 50 studentów. Był ukochany przez swych uczniów, dla których był dobrym nauczycielem i wychowawcą, umiejącym natchnąć umiłowaniem Nauki i entuzjazmem.

Odszedł od nas niespodziewanie. W pełni sił twórczych, przepełniony zapałem, pełen planów, pełen nadziei. Do ostatnich chwil troszczący się o Zakład, jeszcze na kilka godzin przed śmiercią walczący o życie innego człowieka. Odszedł tak nagle, niezwyczajnie. Bo też był człowiekiem niezwykłym. Świetnym badaczem, oddanym nauce bez reszty, o umyśle głębokim, oryginalnym i niezależnym. Biologiem, kochającym przyrodę i nie tylko ją znającym, ale i rozumiejącym. Człowiekiem szlachetnym, wyrozumiałym, mającym dla wszystkich zawsze życzliwość, uśmiech i dobrą radę. A. Dehnel promieniał pogodą i swej pogody innym udzielał. Jeśli musiał coś potępiać, to niesprawiedliwość, jeśli coś zwalczał, to zło i blagę. Pozostawił żal głęboki nie tylko w sercach najbliższych, dla których był wypróbowanym i zawsze wiernym przyjacielem, ale i w pamięci tych wszystkich, z którymi się w swym życiu spotykał. Pozostawił w spuściźnie to, co może być dumą każdego badacza: stworzoną przez siebie placówkę naukową oraz liczne grono uczniów i kontynuatorów. Temu poświęcił bez reszty swe najlepsze lata życia, całą swą wiedzę i siły.

WYKAZ PUBLIKACJI PROF. DR AUGUSTA DEHNELA*

1925

1. *Badania nad anomaljami rozwojowymi u żółwia błotnego (Emys orbicularis L.)*. Pam. 12 Zjazdu Lek. i Przyr. Polskich w Warszawie 1925. (2 str.).
2. *Origine des polygénèses et oeufs plurinucléés*. C. R. Soc. Biol., Paris, 93: 1205—1206.

1926

3. *O najnowszych przypadkach oocytów złożonych w jajniku żółwia Emys orbicularis*. Warsz. Czasop. Lek., Warszawa, 2: 1—2.
4. *Spostrzeżenia nad embriologią Cietrzewia (Lyrurus tetrix L.)*. Pam. I Zjazdu Anat.-Zool. w Warszawie, 1926: 83—84.

* Według materiałów otrzymanych z Zakładu Badania Ssaków PAN

1927

5. *Observations sur l'embryogénie du Coq de bruyère (Lyrurus tetrix L.).* C. R. Soc. Biol., Paris, 97: 529—530.
6. *Przypadek nader wczesnej potworności podwójnej u kosa (Planesticus merula merula L.).* Spraw. z pos. Tow. Nauk. Warsz., Warszawa, 19: 558—565.

1928

7. *Sur deux types différents du développement primaire des Oiseaux.* C. R. Soc. Biol., Paris, 99: 1694—1695.
8. *Sur la durée des stades embryonnaires.* C. R. Soc. Biol., Paris, 99: 1696—1697 (wraz z J. Turem).

1929

9. *Badania nad rozwojem i genezą potworności złożonych u żółwia (Emys orbicularis L.).* Spraw. z pos. Tow. Nauk. Warsz., Warszawa, 22. (2 str.).
10. *Badania nad rozwojem i genezą potworności złożonych u żółwia błotnego (Emys orbicularis L.).* Arch. Nauk. Biol. Tow. Nauk. Warsz., Warszawa, 2: 1—68, t. 4, rys. 34.
11. *Blastotomie expérimentale des germes d'Oiseau.* C. R. Soc. Biol., Paris, 102: 313—314.
12. *O typach rozwojowych wczesnych stadiów u ptaków.* Folia morph., Warszawa, 1: 1—24, 1 tabl., 1 tab.
13. *O nierównomierności tempa rozwojowego.* Kosmos A, Lwów, 53: 86—94 (wraz z J. Turem).
14. *Sur la soi-disant „plaque axiale” dans le développement des Oiseaux.* C. R. Soc. Biol., Paris, 100: 258—259.

1933

15. *O zjawiskach regulacyjnych w sztucznie rozszczepionych zarodkach ptasich.* Kosmos A, Lwów, 58: 53—64, tabl. 1.

1939

16. *O sztuce układania ptaków drapieżnych do łowów.* Warszawa, 1—87, 11 fot., 10 rys.
17. *Przyczynek do znajomości biologii rozmnażania się jastrzębia gołębiarza (Astur gentilis L.) i sokoła wędrownego (Falco peregrinus Tunst.).* Acta Ornithol. Mus. Zool. Polon., Warszawa, 3: 1—5.

1946

18. *Przyczynek do znajomości przedstawicieli rodzaju Microtus Schrank z Polesia i Wileńszczyzny.* Fragm. Faun. Mus. Zool. Polon., 5: 1—24, 6 tab.

1947

19. *Najpospolitsze gryzonie i sposoby ich zwalczania.* Bibl. Samop. Chłopskiej. Warszawa (wraz z E. Kamińskim).

1948

20. Przypadek zarodkowej potworności podwójnej u żółwia błotnego (*Emys orbicularis* L.) obserwowany przyżyciowo. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Lublin, 1947, sectio C, 3: 339—454, 3 rys.
21. Wykaz stanowisk bobra (*Castor fiber vistulanus* Matschie) z dorzecza górnego i środkowego Niemna oraz górnej Prypeci w latach 1937—1939. Fragm. Faun. Mus. Zool. Polon., Warszawa, 5: 199—224, 4 mapy.

1949

22. Zamki na wodzie. Wyd. 1. Książka i Wiedza, Warszawa. 1—66 str., 15 fot.

1950

23. Badania nad rodzajem *Sorex* L. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowskiej, Lublin, 1949, sectio C, 4: 17—97, 2 tabl., 24 tab., 4 fot.

1951

24. Badania nad rodzajem *Neomys* Kaup. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowskiej, Lublin 1950, sectio C, 5: 1—63, 3 tabl., 14 tab., 1 rys.

1952

25. Biologia rozmnażania ryjówki (*Sorex araneus* L.) w warunkach laboratoryjnych. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowskiej, Lublin, 1951, sectio C, 6: 359—376, 1 tabl.

1953

26. Materiały do biologii *Soricidae*. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowskiej, Lublin, 1952, sectio C, 7: 305—448, 5 rys. (wraz z St. Borowskim).

1955

27. Zakład Badania Ssaków Instytutu Zoologicznego Polskiej Akademii Nauk w Białowieży. Kosmos A, 4: 336—341.

1956

28. Nowy ssak dla fauny polskiej — *Nyctereutes procyonoides* (Gray). Chrońmy Przyr. Ojcz., Kraków, 6: 17—21.

1957

29. Nowy ssak fauny Polski *Nyctereutes procyonoides* Gray. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowskiej, Lublin, 1956, sectio C, 10: 269—274, 2 tabl., 1 tab.

1958

30. Zamki na wodzie. Wyd. II. PZWS, Warszawa. 1—75, 15 fot.
31. Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk w Białowieży. Acta theriol., Białowieża, 2: 300—307.

1959

32. *Białowiecki Park Narodowy. Bobry. Chronimy Przyr. Ojcz.*, Kraków, 15: 44—45, 1 rys.

1960

33. *Obserwacje nad współżyciem żubrów i bydła domowego*. *Acta theriol.*, Białowieża, 3: 314—317, 1 tab.
34. *Maleńki ssak o dużej przyszłości*. *Polska*, Warszawa 8: 28—29.

1961

35. *Gromadzenie zapasów pożywienia u Sorex araneus Linnaeus, 1758*. *Acta theriol.*, Białowieża, 4: 265—268.
36. *Pierwsze hybrydy pomiędzy Bos taurus dom. ♂ i Bison bonasus (L.) ♀*. *Acta theriol.*, Białowieża, 5: 45—50, 3 fot.

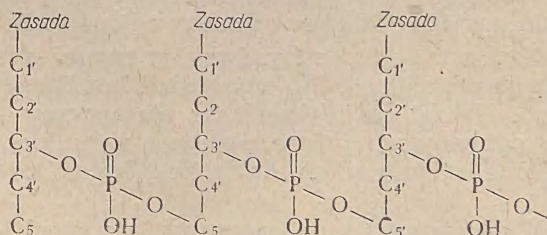
1962

37. *Badania naukowe w Białowieckiej Puszczy*. *Polska*, Warszawa, 11 (98): 42—43, 5 fot.

BUDOWA KWASU DEZOKSYRYBONUKLEINOWEGO I JEGO BIOLOGICZNE ZNACZENIE

W Sztokholmie, dorocznym zwyczajem w dniu 10 grudnia 1962 r., w rocznicę śmierci fundatora, wręczono nagrodę Nobla w dziedzinie medycyny trzem biochemikom i biofizykom. Byli to: 34-letni Amerykanin ze Stanów Zjednoczonych James Davey Watson oraz dwaj Angliacy: 46-letni Francis Harry Compton Crick i 46-letni Mauris Hugh Frederick Wilkins. Nagrodę przyznano im za wysunięcie w 1953 r. koncepcji o budowie kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA). Stwierdzili oni, że cząsteczka DNA składa się z dwóch linia śrubową wijących się łańcuchów splecionych wzajemnie w specyficzny sposób, tak że budowa jednego łańcucha definiuje zarazem budowę łańcucha wijącego się obok.

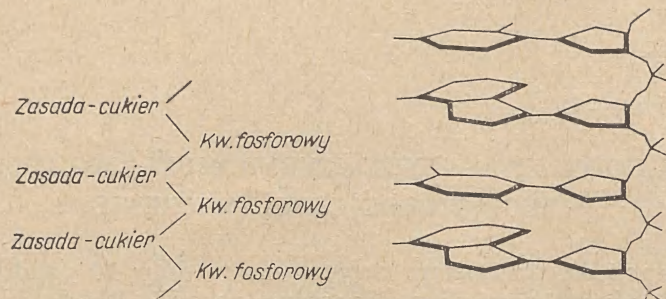
O kwasach nukleinowych (KN) wiadomo już było, że są to polimery o długim łańcuchu i o dużym ciężarze cząsteczkowym. Dość dobrze poznane zostały elementy wchodzące w skład nukleotydów, monomerów, z których zbudowana jest cząsteczka. Ustalono już miejsca powiązania tych elementów: zasad purynowych i pirymidynowych z cukrami, kwasem fosforowym. Ustalono również, że głównym wiązaniem, jeżeli nie jedynym, jest wiązanie typu dwuestru, w którym kwas fosforowy wiąże grupę hydroksylową C_3 jednego nukleozydu z grupą hydroksylową C_5 drugiego nukleozydu w myśl schematu przedstawionego na rys. 1.



Rys. 1. Schemat łańcucha DNA wg Browna i Todda [1]

Natomiast przestrzenna budowa kwasów nukleinowych była jeszcze daleka od ostatecznego wyjaśnienia. Pierwsze koncepcje na ten temat wysunął w 1938 r. i później W. T. Astbury [2, 3]. W oparciu o założenia teoretyczne, uwzględniając dużą gęstość KN oraz wymiary atomowe, Astbury wyrażał pogląd, że cząsteczki dezoksyrybonukleinianu sodu i innych polinukleotydów o podobnie dużej gęstości tworzą sztywne

kolumny ściśle nałożonych na siebie nukletydów, podobnych do monet ułożonych w rulon jedna na drugiej. Schemat budowy zgodnie z tą koncepcją przedstawiony jest na rys. 2.



Rys. 2. Schemat budowy polinukleotydu

Zdjęcia rentgenowskie, wykonane na dezoksyrybonukleinianie sodu, potwierdzają, zdaniem Astbury'ego, ten układ. Zdjęcia wykazują silny refleks południkowy w odległościach 3,4 Å. Astbury tę odległość przyjmuje za przeciętną grubość nukleotydu. Ponieważ ze zdjęć rentgenowskich wynika również, że podstawowe, leżące wzdłuż osi włókna, układy powtarzają się co 27 Å, przeto zdaniem Astbury'ego łańcuch KN składa się z elementów, z których każdy zawiera 8 nukleotydów. Ze zdjęć tych nie można jednak było wysnuwać wniosków ani o rodzaju wiązań między nukleotydami ani o ich kolejności. Astbury nie wykluczał możliwości śrubowej budowy łańcucha. Nukleotydy musiałyby wówczas przeplatać się w dość regularny sposób, co zdaniem Astbury'ego jest mało prawdopodobne.

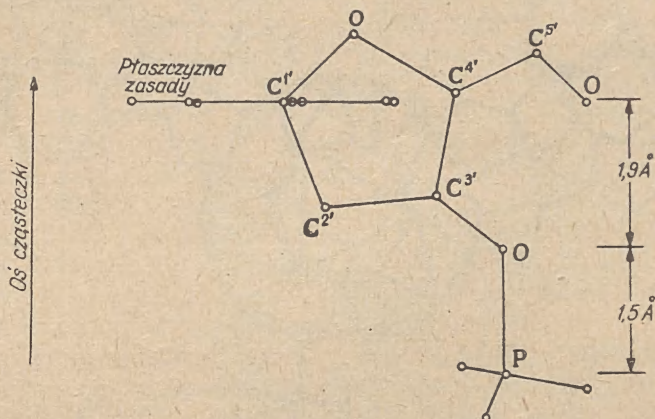
Dalszym krokiem naprzód w badaniach nad budową cząsteczki KN były wyniki uzyskane w pracowni A. Todd'a w Cambridge. Stwierdzono tam, że cukier w nukleozydach występuje w postaci furanozowej, że związany jest glikozydowo w konfiguracji beta, a miejsce wiązania cukru z zasadą jest N₉ puryny i N₃ pirymidyny. Uzyskane wnioski zostały ostatecznie potwierdzone syntezami [4, 5]. Za prace nad syntezą nukleotydów Todd został w 1957 r. odznaczony nagrodą Nobla.

W roku 1949 S. Furberg z Londynu, w swojej dysertacji doktorkiej i w następnych pracach [6, 7], potwierdził konfigurację beta wiązania glikozydowego. Ustalił on również, że płaszczyzny pierścieni pirymidynowego lub purynowego i furanozowego w nukleotydzie lub nukleozydzie nachylone są względem siebie pod kątem około 90°, jak to widać na rys. 3.

Zdaniem Furberga w podanym ugrupowaniu pierścieni zasady jest płaski, natomiast węgle i tlen, które wchodzi w skład pierścienia furanozowego cukru, nie leżą w jednej płaszczyźnie. Furberg sugeruje ponadto, że główny łańcuch cząsteczki, zbudowany z kwasu fosforowego i cukru, wije się bądź linią śrubową, opasującą zasady umieszczone wewnątrz, bądź tworzy łamaną, zygzakowatą linię, z zasadami purynowymi i pirymidynowymi umieszczonymi na zewnątrz.

W latach 1951—1953 zostały opublikowane doniosłe prace L. Paulinga i R. B. Coreya [8] z zakresu budowy białek. Za pomocą dyfrakcji promieni rentgenowskich stwierdzili oni, że łańcuchy polipe-

ptydowe w białkach układają się w kształt spirali. Na pięć skrętów spirali przypada 18 reszt aminokwasowych. Między każdą grupą NH i grupą CO, znajdującymi się naprzeciw siebie na sąsiednich skrętach, powstają wiązania wodorowe, łączące wzajemnie poszczególne skręty. Dzięki tym wiązaniom utrzymuje się kształt spiralny łańcucha białko-

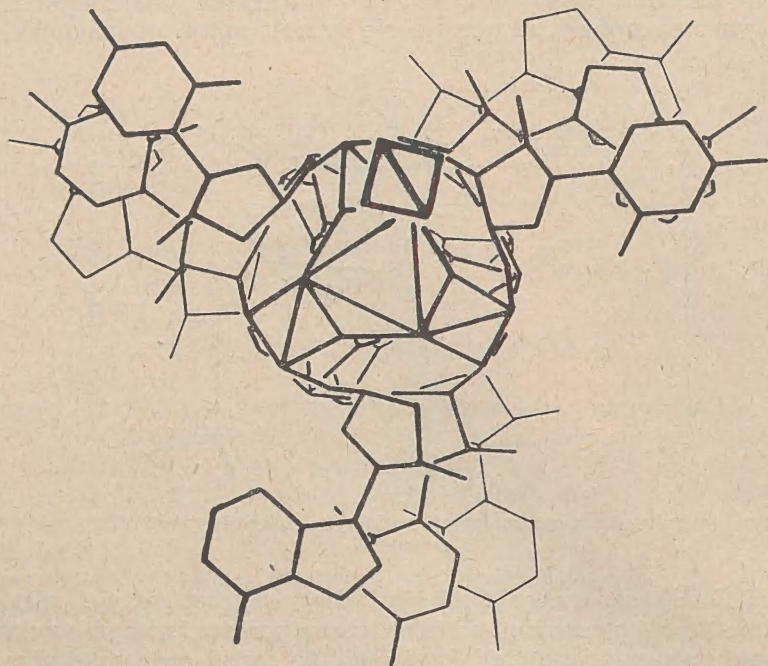


Rys. 3. Schemat przestrzennej budowy nukleotydu wg Furberga [6]

wego. W białkach włóknistych łańcuchy polipeptydowe spleatają się wzajemnie ze sobą, również wiążąc się za pomocą wiązań wodorowych. Koncepcje Paulinga były tak frapujące, że został on za nie wyróżniony w 1954 r. nagrodą Nobla z dziedziny chemii.

W latach 1951—1953 Pauling i Corey [9—11] sformułowali również teorię o spiralnej budowie łańcuchów DNA. Jak to już D. R. Riley i O. Oster wcześniej zauważyli [12], w zależności od względnej wilgotności DNA może występować w dwu krystalicznych postaciach, oznaczanych literami A i B. Krystaliczna postać A, o regularnych kryształach, powstaje w wilgotności 75% i zawiera około 30% wody na wagę. Postać B, zwana parakrystaliczną, powstaje w wyższej wilgotności i zawiera przeszło 40% wody. Z jednej i drugiej postaci można było uzyskać obrazy rentgenowskie. Z wykonanych zdjęć soli sodowych DNA Pauling i Corey wyliczyli, że cząsteczka DNA posiada budowę cylindryczną o przekroju w przybliżeniu kołowym i średnicy 15—20 Å. Na zdjęciach można było również stwierdzić występowanie silnych refleksów południkowych, w odległościach 3,4 Å odpowiadających, zdaniem Paulinga, trzykrotnym odległościom dzielącym nukleotydy od siebie. Według danych Paulinga i Coreya, wyliczonych na podstawie gęstości krystalicznego DNA, odległości między nukleotydami wynoszą 1,12 Å. Między refleksami południkowymi mogą więc zmieścić się trzy nukleotydy. Na tej podstawie Pauling i Corey wywnioskowali, że cząsteczka DNA zbudowana jest z trzech splecionych ze sobą, spiralnych łańcuchów polipeptydowych. W zaproponowanym przez nich modelu płaszczyzny zasad purynowych i pirymidynowych ustawione są prawie prostopadłe do osi cząsteczki w zewnętrznej jej warstwie. Oś cząsteczki zbudowana jest z reszt kwasów fosforowych. Na każdym poziomie wzdłuż osi cząsteczki znajdują się trzy grupy fosforanowe, każda pochodząca z innego z trzech

splecionych łańcuchów polinukleotydowych, przy czym 6 atomów tlenu (po dwa z każdego tetraedru fosforanowego) tworzą oktaedr, jak to widać na rysunku 4.



Rys. 4. Model obrazujący ułożenie nukleotydów w łańcuchu DNA wg Paulinga i Coreya [10]

Zagadnieniem struktury DNA zainteresował się również dr Francis H. C. Crick z Cambridge. Crick urodził się w 1916 r. w Anglii. Studiował chemię i fizykę w Londynie i w Cambridge. Po studiach Crick wstąpił do admiralicji, gdzie pracował w ciągu całej II wojny światowej. Z tych czasów datują się jego znaczne osiągnięcia w badaniach nad zastosowaniem radaru. Po wojnie Crick wrócił do Cambridge i rozpoczął pracę w Oddziale Molekularnej Biologii Rady Badań Medycznych (Medical Research Council Unit for Molecular Biology). Tu całkowicie oddał się badaniom biochemicznym związków wielkocząsteczkowych na poziomie molekularnym.

W roku 1951 do pracowni Cricka przybył na staż naukowy 23-letni wówczas James D. Watson z USA; mimo młodego wieku Watson miał już za sobą studia przyrodnicze, odbywane w Uniwersytecie Chicagowskim, oraz otrzymany w 1950 r. stopień doktora filozofii, uzyskany w Uniwersytecie Indiana za prace o wirusach bakteryjnych. Po studiach Watson wyjechał na staż naukowy do Kopenhagi, a następnie przeniósł się do Cambridge. Tu, wspólnie z Crickiem, w dość prymitywnych, jak podają, warunkach lokalowych, rozpoczęli badania nad strukturą cząsteczki DNA.

Praca Cricka i Watsona polegała głównie, jak piszą, na interpretowaniu zdjęć rentgenowskich DNA, uzyskanych w różnych pracowniach.

Szczególnie zdjęcia wykonywane przez dr Rosallinę E. Franklin [13] i dr Maurisa H. F. Wilkinsa [14] z pracowni biofizycznej Kolegium Królewskiego (King's College) w Londynie były im, jak piszą, bardzo pomocne. Wymienieni udostępniali im swoje prace jeszcze przed ich opublikowaniem.

Dr Franklin umarła w 1958 r. Dr Wilkins, jak już o tym wiemy, otrzymał nagrodę Nobla wspólnie z Watsonem i Crickiem. Jest on rówieśnikiem Cricka. Urodził się w Nowej Zelandii, studiował fizykę w Cambridge i w Birmingham w Anglii. Doktorat nauk przyrodniczych uzyskał w Uniwersytecie w Cambridge. W czasie II wojny światowej pracował w Berkeley w Kalifornii nad rozdzielaniem izotopów uranu, potrzebnych do prac nad wyzwoleniem energii jądrowej. Po wojnie początkowo pracował w Szkocji, aby wreszcie przenieść się do ośrodka biofizycznego Rady Badań Medycznych (Medical Research Council) w Kolegium Królewskim w Londynie. Tam pracuje po dziś dzień jako wicedyrektor i wykładowca fizyki. Prowadzi również nadal badania nad strukturą kwasów nukleinowych i nukleoproteidów.

Wracając do rozważań Watsona i Cricka, należy zaznaczyć, że wysunęli oni pewne zastrzeżenia do modelu zaproponowanego przez Paulinga i Coreya [10]. W modelu tym cząsteczka DNA zbudowana jest z trzech łańcuchów polipeptydowych. Pauling i Corey wysunęli tę koncepcję na podstawie rentgenowskich diagramów uzyskanych z prześwietlania wilgotnych soli sodowych DNA, a nie wolnych kwasów. Bez wolnych wodorów kwasów fosforowych trudno zrozumieć, jakimi siłami wiązane są trzy wspomniane łańcuchy — ujemnie naładowane reszty fosforanowe, zgrupowane, w myśl koncepcji Paulinga i Coreya, wokół osi winny się raczej odpychać.

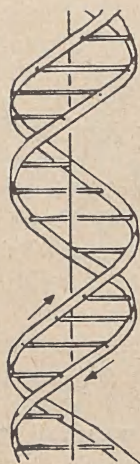
Inne zastrzeżenia dotyczyły odległości pomiędzy refleksami południkowymi. Pauling i Corey wykonywali swoje zdjęcia na parakrystalicznej postaci DNA. Według spostrzeżeń R. E. Franklin i R. G. Goslinga [13] postać ta posiada włókna wydłużone o około 30% w porównaniu z postacią krystaliczną A lub suchym włóknem. Odległości między nukleotydami, wynoszące 1,12 Å, były obliczane dla suchych preparatów [15]. Po uwzględnieniu, że przejście postaci parakrystalicznej w postać A powoduje skrócenie włókna o 30%, odległość między refleksami południkowymi jest również skrócona o 30% i wynosi nie 3,4 Å, lecz 2,4 Å. W tej przestrzeni mogą zmieścić się tylko dwa nukleotydy.

Wyliczyli oni również, że w cząsteczce parakrystalicznej DNA pewne refleksy powtarzają się także co 34 Å. Przyjęli to za jeden obrót spirali, w którym może pomieścić się 10 par nukleotydów. Na uporządkowaną strukturę cząsteczki wskazywały również, wykonane przez innych, różne pomiary fizykochemiczne: gęstość [15], pomiary dwójłomności [18], rozpraszanie światła [19].

Na podstawie tych i innych wyliczeń Watson i Crick doszli do przekonania, że cząsteczka DNA zbudowana jest z dwóch tylko spiralnych, splecionych ze sobą łańcuchów polinukleotydowych. Każdy z tych łańcuchów zbudowany jest z fosforanowych reszt, powiązanych z cząsteczkami dezoksyryboz estrowymi wiązaniami 3 i 5. Tak zbudowane łańcuchy wiją się wokół osi linią śrubową, splatając się wzajemnie. Ponieważ

obie spirale są prawoskrętne, sekwencje atomów i grup układają się w każdym z dwóch splecionych łańcuchów w kierunku przeciwnym, co Watson i Crick zaznaczyli strzałkami na swoim modelu (rys. 5).

Warto zaznaczyć, że powszechnie używany termin „spiralny” (helix) niezbyt ściśle oddaje konfigurację łańcuchów polipeptydowych. Łańcu-

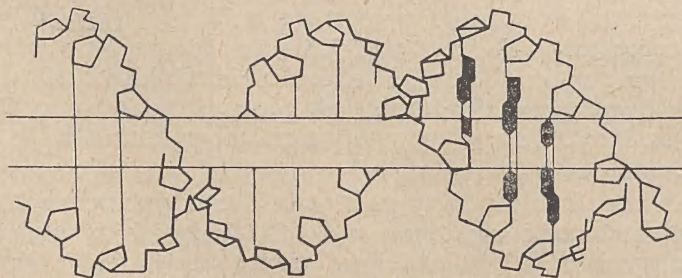


Rys. 5. Model Watsona i Cricka — cząsteczki DNA. Dwie spletające się wstążki symbolizują łańcuchy powstające z powiązania się fosforanów z cukrami. Poziome pręty obrazują pary zasad wiążących oba łańcuchy. Linia pionowa symbolizuje oś włókna, wg Watsona i Cricka [16].

chy te zwijają się nie w kształt stożka, lecz jak gdyby okręcają się wokół walca, tak jak kręcone schody. Nazwę spiralny należałoby raczej zastąpić terminem „śrubowy”.

Warto dodać, że każdy z tych łańcuchów przypomina model Furberga [6], zasady są wewnątrz cząsteczki, fosforany na zewnątrz, a reszty cukrów — mniej więcej prostopadłe do płaszczyzny zasad.

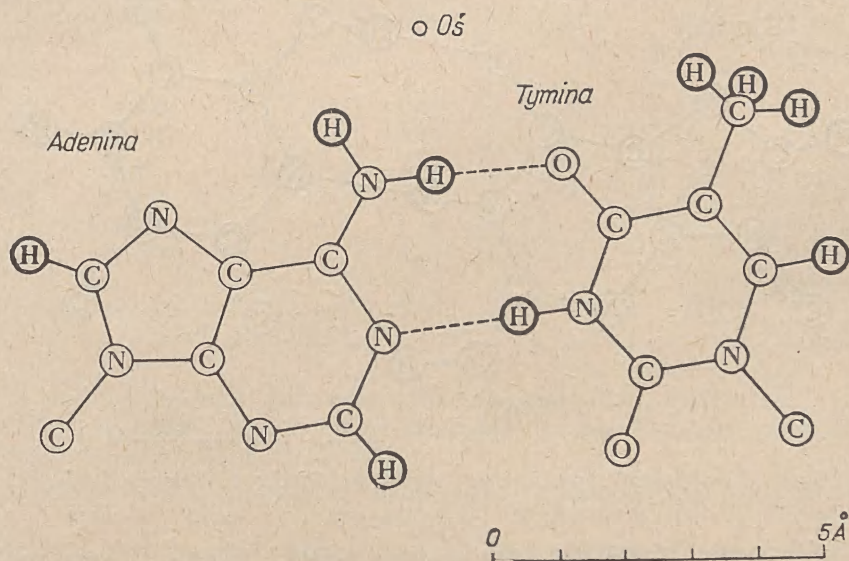
Oryginalnym rysem tej struktury jest sposób wiązania obu łańcuchów poprzez zasady purynowe i pirymidynowe. Płaszczyzny zasad są



Rys. 6. Model Watsona i Cricka cząsteczki DNA. Linie na zewnątrz obrazują łańcuchy powstałe z powiązania cukrów z fosforanami. Czarne płytki wewnątrz symbolizują pary zasad, jasne płytki — powierzchnie między zasadami, gdzie mogą tworzyć się wiązania wodorowe między zasadami, wg Cricka i Watsona [17]

prostopadłe do osi włókna, przy czym połączone są one parami; zasada jednego łańcucha połączona jest wiązaniami wodorowymi z zasadą drugiego łańcucha (rys. 6).

Watson i Crick w swoim założeniu przyjęli, że odległości między łańcuchami są stałe. Ponieważ wymiary zasad purynowych i pirymidynowych są różne, wobec tego łączyć się mogą tylko: zasada purynowa jednego łańcucha z zasadą pirymidynową drugiego. Wiązania wodorowe mogą występować między N_1 puryny i N_1 pirymidyny oraz między podstawnikami C_6 puryny i C_6 pirymidyny. Ze stereochemicznego punktu widzenia najlepsze warunki wzajemnego wiązania posiada para: adenina-tymina. Kierunek wektora od azotu aminowego adeniny do grupy ketonowej tyminy jest równoległy do wektora biegnącego od N_1 puryny do N_1 pirymidyny. Powstały układ dwóch wiązań wodorowych ma znaczną trwałość (rys. 7).



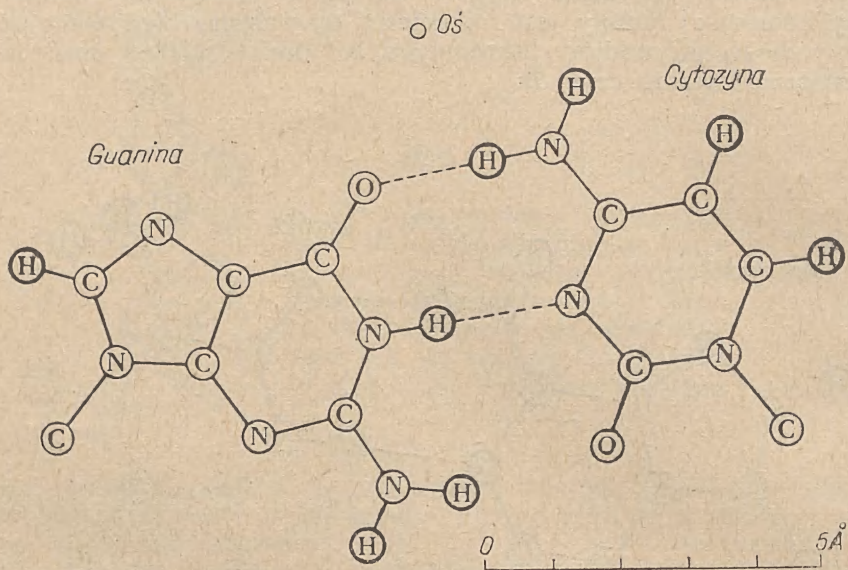
Rys. 7. Połączenie adeniny z tyminą wg Cricka i Watsona [17]

Drugą parą zasad, która również posiada korzystne warunki wiązania, jest guanina i cytozyna. Para wiązań wodorowych powstaje pomiędzy N_1 puryny i N_1 pirymidyny oraz między grupą ketonową guaniny i azotem aminowym cytozyny (rys. 8). Te dwie pary zasad można nazwać uzupełniającymi się zasadami.

Jak widać na rys. 8, istnieje możliwość powstania trzeciego wiązania wodorowego pomiędzy azotem aminowym guaniny i grupą ketonową cytozyny. Możliwość występowania trzeciego wiązania przewidywali Watson i Crick już w czasie rozwijania koncepcji o budowie cząsteczki DNA [17]. Te przewidywania okazały się całkowicie słuszne, w następnych bowiem latach stwierdzono [20—22], że wiązania guanina-cytozyna są znacznie bardziej trwałe niż wiązania: adenina-tymina lub hipoksantyna-cytozyna. W tej ostatniej parze mogą występować tylko dwa wiązania, hipoksantyna jest bowiem pozbawiona grupy aminowej przy C_2 .

Praca Watsona i Cricka ukazała się w kwietniu 1953 r. w londyńskim tygodniku naukowym Nature [16]. W tym samym numerze tego czasopisma ukazała się praca Wilkinsa i jego współpracowników [14] oraz

praca Franklin i Goslinga [13]. Ci autorzy swoimi badaniami rentgenograficznymi, na dość bogatym materiale uzyskanym z grasicy cielęcej i świńskiej, z zarodków pszenicy, z bakteriofagów T2 i z tkanki ludzkiej, potwierdzili słuszność wywodów Watsona i Cricka, potwierdzili zwłaszcza spiralną budowę łańcuchów oraz rozmieszczenie grup fosforanowych w zewnętrznych częściach spirali, a zasad purynowych i pirymidynowych wewnątrz.



Rys. 8. Połączenie guaniny z cytozyną wg Cricka i Watsona [17]

Potwierdzenie przyszło również od strony chemii analitycznej. W wielu pracowniach stwierdzono, że stosunki molarne puryn do pirymidyn, a także stosunki zasad uzupełniających adeniny do tyminy i guaniny do cytozyny są bliskie jedności [cyt. wg 23]. Takich wyników należało oczekiwać, jeśli koncepcja Watsona i Cricka była słuszna.

Zwrócono również później uwagę, że w niektórych kwasach rybonukleinowych (RNA), szczególnie pochodzenia zwierzęcego, stosunki puryn do pirymidyn, jak i zasad uzupełniających są często bliskie jedności, z tym zastrzeżeniem, że w RNA na miejsce tyminy wchodzi uracyl.

Takie wyniki uzyskano w pracowni E. Chargaffa [24], G. W. Crosbie [25], W. E. Cohna [26]. Podobne wyniki otrzymano również w Polsce [27, 28], analizując dobrze oczyszczany RNA trzustki ludzkiej i zwierzęcej (tab. I).

Na tej podstawie już w 1954 r. A. Rich i J. D. Watson [29] wysunęli sugestię, że również niektóre cząsteczki RNA mogą być zbudowane z dwu splecionych ze sobą łańcuchów polipeptydowych powiązanych podobnie jak DNA. O potwierdzenia rentgenograficzne nie było jednak łatwo, gdyż znacznie trudniejsze są do uzyskania dobre rentgenogramy z cząsteczek RNA niż z DNA. Wprawdzie z budowy RNA wynika, że przy węglu C₂ rybozy jest wolna grupa OH, wyłania się więc

Tabela I

Stosunki puryn do pirymidyn i uzupełniających się zasad, znalezione w RNA różnego pochodzenia wg Leykowej i Filipowicza [23]

Źródła RNA	Adenina	Guanina	Puryna	Autor
	Uracyl	Cytosyna	Pirymidyna	
Królik — wątroba samicy ciężarnej	0,91	1,04	0,98	Crosbie i wsp. (25)
„ — wątroba płodu	0,98	0,98	0,98	„ (25)
Szczur — wątroba	0,98	1,17	1,09	„ (25)
„ — wątroba	0,90	1,05	0,98	Elson i Chargaff (24)
„ — nerka	0,90	1,06	1,00	„ (24)
Żaba — wątroba	0,98	0,81	0,87	„ (24)
„ — nerka	1,02	1,06	1,05	„ „
Ciełę — grasicą	1,03	1,06	1,05	Cohn i Volkin (26)
Wół — trzustka	1,23	1,06	1,11	Filipowicz i wsp. (27, 28)
Człowiek — trzustka	1,09	0,93	0,97	„ (27, 28)

możliwość rozgałęzień, jednakże prace enzymatyczne Cohna [30], a także prace syntetyczne, wykonane w pracowni Todda [31, 32] przemawiają za liniowym charakterem RNA.

Więcej światła w sprawie budowy RNA można było wnieść dopiero po ukazaniu się prac A. Kornberga [33] i S. Ochoay [34], które umożliwiły otrzymanie syntetycznych KN i polinukleotydów, takich np. jak kwas poliadenilowy (poli A), poliurydylowy (poli U), policytydylowy (poli C) itp. Również badania fizykochemiczne pozwoliły na pewne sugestie. Tak na przykład RNA w roztworze o umiarkowanej sile jonowej wykazuje niewielką tylko lepkość wewnętrzną, a stosunkowo wysoki współczynnik sedymentacji. Przemawia to za istnieniem zwartej, uporządkowanej struktury [35, 36]. Obniżając siłę jonową roztworu wywołuje się znaczne zwiększenie objętości cząsteczek. Zachowują się one jak napężniałe polielektrolity. Ta, odwracalna zresztą, przemiana wskazuje, że w roztworze o niskiej sile jonowej cząsteczki RNA występują w postaci pojedynczych łańcuchów polinukleotydowych [37]. Natomiast podwyższenie siły jonowej w roztworze RNA powoduje powstawanie wiązań między łańcuchami, niewątpliwie pomiędzy uzupełniającymi się zasadami purynowymi i pirymidynowymi. Wskazują na to np. prace R. C. Warnera [38, 39] i A. Richa [40, 42]. Stwierdzili oni, że poli A i poli U reagują ze sobą. Powstaje kompleks, który swą strukturą bardzo przypomina DNA, jak to stwierdził Rich na wykonanych rentgenowskich diagramach [42]. Takie kompleksy powstają nawet pomiędzy poli- i oligonukleotydami, a nawet pomiędzy nienaturalnymi, syntetycznymi polinukleotydami, jeśli tylko łańcuchy zawierają uzupełniające zasady, a podstawniki zasad nie przeszkadzają w powstawaniu

wiązań wodorowych [43, 44]. Tak na przykład w pracowni D. Shugara w Polsce utworzono podwójny kompleks z poli A i z bromowanego przy węglu 5 oligo U. Natomiast przyłączenie dodatkowej grupy metylowej do azotu 5-bromouracylu uniemożliwia tworzenie się takiego kompleksu [45]. Oczywiście trzeba pamiętać, że w wielu odmianach kwasów rybonukleinowych stosunek zasad uzupełniających odbiega od jedności i to nieraz znacznie. Kwasy te bądź występują w pojedynczych łańcuchach, bądź tylko część łańcucha występuje w postaci uporządkowanej, fragmenty ich są powiązane uzupełniającymi się zasadami, część zaś nie uzupełniająca się występuje w postaci pętli [43, 44, 46].

Wracając do modelu DNA, to późniejsze badania całkowicie potwierdziły słuszność założeń Watsona i Cricka [47]. Wprowadzono tylko drobne poprawki, dotyczące odległości lub kątów pomiędzy poszczególnymi składnikami nukleotydów. Wilkins [48] stwierdził jeszcze występowanie nowej odmiany krystalicznej soli DNA, obniżając względną wilgotność z 66 do 44%. Odmiana ta, oznaczona literą C, różni się trochę położeniem par zasad w odniesieniu do osi cząsteczki oraz skok jej śruby jest inny i zawiera w jednym obrocie 9,3 pary nukleotydów a nie 10. Donoszą co prawda o występowaniu również DNA zbudowanego z czterech łańcuchów polipeptydowych — taki DNA znaleziono w pneumokokach [49], donoszą również o występowaniu pojedynczych łańcuchów, obecność takiego DNA stwierdzono np. w bakteriofagu Φ X174 [50, 51], w zasadzie jednak cząsteczka DNA zbudowana jest z dwóch splecionych łańcuchów.

Odkrycie Watsona i Cricka, poza teoretyczną stroną tego zagadnienia dotyczącą szczegółów struktury cząsteczki DNA i RNA oraz wytłumaczenia wielu danych analitycznych i wyników oznaczeń fizykochemicznych, daje logiczną podstawę do rozwiązania wielu problemów natury biologicznej, a zwłaszcza zagadnień genetycznych. Nawiasem warto wspomnieć, że bardzo wygodnym materiałem do badania tych zagadnień są drobnoustroje. Wprawdzie wyniki uzyskane na materiale mikrobiologicznym nie mogą być bez zastrzeżeń ekstrapolowane na zjawiska genetyczne organizmów wyższych, pozwalają one jednak na ustalanie ogólnych zasad, jakie rządzą zjawiskami genetycznymi.

Od dawna już podkreślana była dominująca rola DNA jądrowego, jako głównego składnika chromosomów [52]. Wiadomo, że w czasie podziału komórki również chromosomy ulegają podłużnym podziałom. Podwójne łańcuchy DNA rozplatają się i przechodzą do komórek potomnych. Tam każdy z nich dobudowuje sobie nowy łańcuch, dokładną kopię tego, z którym był poprzednio spleciony. Dzięki temu nowo powstałe komórki posiadają garnitury chromosomów podobne do zawartych w komórkach rodzicielskich.

Omówiony model Watsona i Cricka cząsteczki DNA i stwierdzenie, że budowa jednego łańcucha definiuje zarazem budowę drugiego, rzuca wiele światła na wspomniany wyżej proces podziału komórek i chromosomów. Do dziś dnia nie zostało jednak wyjaśnione, w jaki sposób splecione łańcuchy DNA, zbudowane z tysięcy skrętów, rozplatają się w czasie podziału. Wysuwano wiele hipotez, żadna jednak nie daje dostatecznie jasnego obrazu. Udowodniono jedynie, że łańcuchy DNA można rozpleść. W pracowni P. Doty'ego, stosując łagodne ogrzewanie, zdołano rozpleść DNA i otrzymać pojedyncze łańcuchy. Zdołano również spleść je ponownie — proces jest więc odwracalny.

Chromosomy uważane są za materialne podłoże dziedziczności, decydujące o powstawaniu cech organizmu. O powstawaniu określonej cechy decyduje taki lub inny fragment chromosomu zwany genem, fragment zawierający prawdopodobnie zespół nukleotydów.

Chromosomy, a więc i geny, a tym samym i zawarte w nich DNA, przechodzą z komórki macierzystej do komórek potomnych, niosą przeto ze sobą informacje genetyczne. Udowodniono to eksperymentalnie. DNA wyizolowany z jednej odmiany pneumokoków i przeniesiony do drugiej powoduje powstawanie u niej pewnych cech odmiany pierwszej [53]. Podobne zjawisko można dostrzec śledząc procesy zakażenia bakterii bakteriofagami. Czynnikiem zakażającym jest DNA [54], który zarazem decyduje o rodzajach zarówno białka, jak i kwasów nukleinowych produkowanych w zakażonej komórce bakteryjnej.

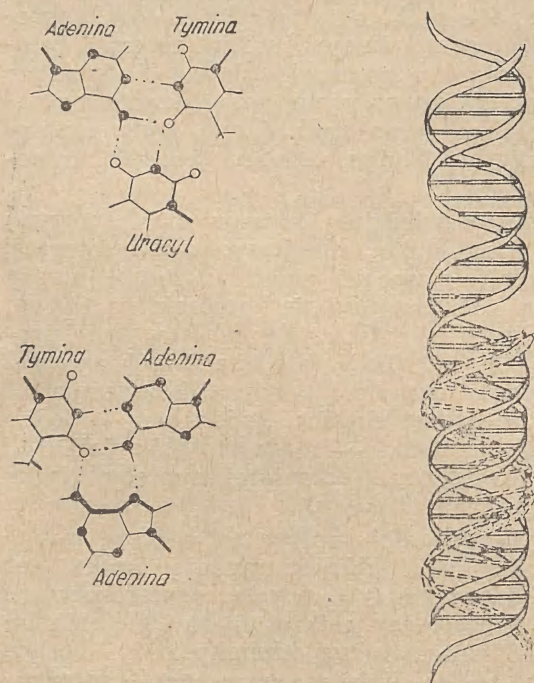
Jeśli wirus nie zawiera DNA to przenośnikiem informacji genetycznej może być również RNA. Dowodem mogą być interesujące wyniki uzyskane w pracowniach H. Fraenkel-Conrata [55] i A. Gierera [56]. Udowodnili oni, że RNA wyizolowany z wirusa mozaiki tytoniowej determinuje strukturę nowego wirusowego białka. Podziaływanie na przykład azotynem na RNA wirusa wywoływało powstawanie zmutowanej odmiany, a wtórnym objawem, jak stwierdzono, były zmiany w sekwencji aminokwasów wirusowego białka, zamiana jednych aminokwasów na inne [57, 58].

Mimo tych wielkich osiągnięć w dziedzinie kwasów nukleinowych nadal mało znane są szczegóły mechanizmu przekazywania informacji genetycznej. Nadal nie wiemy, w jaki sposób geny, względnie kwasy nukleinowe wpływają na procesy różnicowania się komórek, na rozwój organizmu. Wiele przemawia za tym, że białka odgrywają w tych procesach niepoślednią rolę. Już w 1920 r. J. B. S. Halden [59] wysunął koncepcję, że każdy gen wytwarza określony enzym. Koncepcja ta zyskała wielką popularność; ukuto nawet slogan: „jeden gen — jeden enzym”. Enzymy to przede wszystkim białka — a geny to głównie DNA; stąd tak znaczne ostatnio zainteresowanie procesami syntezy białka i wpływem kwasów nukleinowych na te procesy.

Od dawna już wiadomo, że bezpośredni wpływ na syntezę białka mają RNA. Stwierdzono, że komórki, u których synteza białka jest wzmoczona, są zarazem obficie zaopatrzone w te kwasy, stwierdzono, że procesy syntezy odbywają się w rybosomach, mikrosomalnych cząstkach zawierających około 50% RNA. Poznano różne odmiany RNA biorące udział w tych procesach syntezy białka. Zainteresowanych w szczegółach tych procesów odsyłam do mego artykułu ogłoszonego w *Postęпах Mikrobiologii* [60]. Najbardziej frapującym problemem było zagadnienie znalezienia szyfru, który tłumaczyłby, jakimi kombinacjami nukleotydów określane są miejsca każdego z 20 różnych aminokwasów w bardzo długich nieraz łańcuchach białkowych. W latach 1960—1962 w wielu pracowniach, a szczególnie w pracowni M. W. Nieremberga [61, 62, 65] i S. Ochoay [63, 64] znaczna część tego problemu została rozwiązana. Ustalono, że szyfrem takim, kodem decydującym o miejscu aminokwasu w łańcuchu białkowym, jest kombinacja trzech takich lub innych nukleotydów [66, 67]. Wyniki te uzyskano głównie dzięki otrzymaniu syntetycznych kwasów nukleinowych i znajomości ich struktury. Odkrycia te były przeto konsekwencją wyników uzyskanych przed dziesięciu laty przez Watsona, Cricka i Wilkinsa.

Warto wspomnieć jeszcze, że do omawianego zagadnienia wiele nowego wniosło odkrycie swoistego RNA, który pośredniczy pomiędzy jądrowym DNA a rybosomami, który niesie informacje z DNA do rybosomowego RNA. Okazało się, że ten informacyjny RNA, zwany w literaturze anglosaskiej „messenger RNA” i oznaczony jako m-RNA, znaleziony w bakteriach [68—70] i w drożdżach [71, 72], posiada skład nukleotydowy podobny do składu jądrowego DNA. Stwierdzono również, że cząsteczki tego RNA występują w postaci pojedynczych łańcuchów. Należy więc sądzić, że te łańcuchy formują się na splecionych podwójnych łańcuchach DNA chromosomów [73—76].

Mechanizm powstawania trzeciego łańcucha nie został dotychczas sprecyzowany. Wsuwane są różne koncepcje na ten temat. G. Stent na przykład zakłada możliwość bezpośredniej syntezy łańcucha RNA na cząsteczce DNA bez konieczności rozdzielania par uzupełniających się



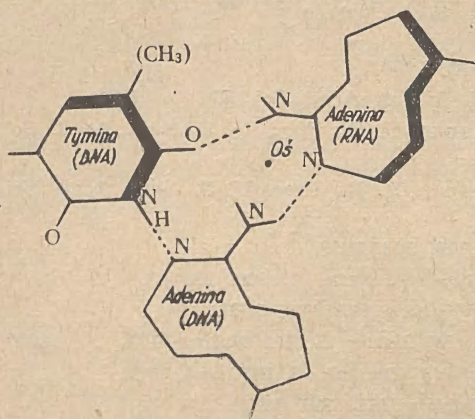
Rys. 9. Schemat wiązania się trzech zasad oraz model obrazujący wplatanie się łańcucha RNA w cząsteczkę DNA wg koncepcji Stenta [77]

zasad w podwójnym łańcuchu DNA [77]. Według schematu Stenta RNA tworzy się jako trzeci łańcuch, wnikający głęboko w wolną przestrzeń pomiędzy dwoma łańcuchami cząsteczki DNA. O kolejności nukleotydów w łańcuchu RNA decydują uzupełniające się pary zasad łańcucha DNA i w myśl sugestii Stenta:

para cytozyna-guanina	DN decyduje o	guaninie	RNA,
„ guanina-cytozyna	„ „	„ cytozynie	„
„ tymina-adenina	„ „	„ adeninie	„
„ adenina-tymina	„ „	„ uracylu	„

Pary te łączą się z zasadami RNA według podanego schematu na rys. 9.

Krytykowano [78] koncepcję Stenta, krytykowano również inne koncepcje na ten temat, wysuwane przez A. Bełozerskiego i A. Spiryna [79] oraz przez G. Zubaya [70]. Ten ostatni wysuwa w 1962 r. nową koncepcję, również trypletu zasad. W myśl tej koncepcji [81] łańcuch RNA może być budowany według dwu odmiennych schematów, jeden odnosi się do bakterii, drugi służy do budowania RNA w jądrze komórki zwierzęcej. Na rys. 10 podany jest schemat powiązań zasad



Rys. 10. Model trypletu zasad w komórce bakteryjnej wg Zubaya [81]

łańcucha DNA z zasadą łańcucha RNA według omawianej koncepcji. Zdaniem Zubaya w powstałym pośrednim, trójąłcuchowym układzie, łańcuch RNA jest tylko luźno związany i może łatwo oderwać się po zakończeniu jego syntezy.

Ostatnio H. Panusz wysuwa nową koncepcję na temat syntezy informacyjnego RNA na podwójnie splecionym łańcuchu DNA, próbując zarazem wyjaśnić, jaki w tym procesie jest udział histonów — białek, które towarzyszą chromosomom i jądrowemu DNA [82]. Rola histonów w procesach przenoszenia informacji genetycznej jest jeszcze mało poznana. Przypisują histonom rolę regulatora aktywności genetycznej [83, 84], inhibitora syntezy RNA w jądrze przez wiązanie jądrowego DNA [85, 86]. W pracowni Wilkinsa badana jest obecnie struktura tego białka oraz budowa kompleksów histon-DNA [87—88]. Pełne rozwiązanie tego tematu wymaga jeszcze wielu wysiłków.

Należy sądzić, że większość tych zagadnień zostanie rozwikłana w niedługim czasie. Te przypuszczenia można opierać na niebywałym wzroście zainteresowania tymi tematami. R. F. Steiner i R. F. Beers [89] podają, że w 1947 r. w indeksie Chemical Abstracts było zaledwie 67 wzmianek dotyczących kwasów nukleinowych, wobec 700 (przeszło 10 razy więcej) pozycji na temat białek. W roku 1957 indeks powiększył się do 875 pozycji, wobec 2150 wzmianek o białkach, w tym bardzo znaczna była liczba prac dotyczących zagadnień klinicznych i medycyny eksperymentalnej. Mimo to stosunek ten wynosił już tylko 2,5:1 i jeśli ekstrapolować te krzywe wzrostu zainteresowań, to w 1963 r. powinny się spotkać. Domena kwasów nukleinowych staje się więc jednym z najgłośniejszych działów biochemii i nie tylko biochemii; na wyniki i osiągnięcia z tej dziedziny oczekują obok biochemików również biolodzy, fizjolodzy, genetycy, mikrobiolodzy oraz badacze z wielu innych dyscyplin.

LITERATURA

- [1] Brown D. M., Todd A. R. J., *J. Chem. Soc.*, 44 i 52, 1952.
- [2] Astbury W. T., Bell F. O., *Nature* **141**, 747, 1938.
- [3] Astbury W. T., *Symp. Soc. Exp. Biol.* **1**, Nucleic Acids. Cambridge University Press, 1947.
- [4] Todd A. R., *Symp. Soc. Exp. Biol.*, **1**, 66, 1947.
- [5] Kenner G. W., Taylor C. W., Todd A. R., *J. Chem. Soc.* 1620, 1949.
- [6] Furberg S., *Nature*, **164**, 22, 1949.
- [7] Furberg S., *Trans. Far. Soc.*, **46**, 791, 1950.
- [8] Pauling L., Corey R. B., *Proc. U. S. Nat. Acad. Sci.* **37**, 235, 1951.
- [9] Pauling L., Corey R. B., Bransom H. R., *Proc. U. S. Natl. Acad. Sci.* **37**, 205, 1951.
- [10] Pauling L., Corey R. B., Bransom H. R., *Proc. U. S. Natl. Acad. Sci.* **39**, 84, 1953.
- [11] Pauling L., Corey R. B., *Nature* **171**, 346, 1953.
- [12] Riley D. P., Oster G., *Biochim. Biophys. Acta.*, **7**, 526, 1951.
- [13] Franklin R. E., Gosling R. G., *Nature* **171**, 740, 1953.
- [14] Wilkins M. H. F., Stokes A. R., Wilson H. R., *Nature* **171**, 739, 1953.
- [15] Franklin R. E., Gosling R. G., *Acta Crystal.*, **6**, 673, 678, 1953.
- [16] Watson J. D., Crick F. H. C., *Nature*, **171**, 737, 1953.
- [17] Crick F. H. C., Watson J. D., *Proc. Roy. Soc.*, **223**, 80, 1953.
- [18] Szwander A., Signer R., *Helv. Chim. Acta*, **34**, 1344, 1951.
- [19] Doty P., Bunce B. H., *J. Am. Chem. Soc.* **74**, 5029, 1952.
- [20] Pauling L., Corey R. B., *Arch. Biochem. Biophys.*, **65**, 164, 1956.
- [21] Marmur J., Doly P., *Nature*, **183**, 1426, 1959.
- [22] Doly P., Boedker H., Fresco J., Haselkorn R., Litt M., *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **45**, 482, 1959.
- [23] Leyko W., Filipowicz B., *Postępy Bioch.* **2**, 61, 1956.
- [24] Elson D., Chargaff E., *Nature*, **173**, 1037, 1954.
- [25] Crosbie G. W., Smellie R. M. S., Davidson J. N., *Biochem. J.*, **54**, 287, 1954.
- [26] Cohn W. E., Volkin E., *J. Biol. Chem.*, **203**, 319, 1953.
- [27] Filipowicz B., Golewski S., Pilek K., *Acta Physiol. Pol.* **5**, 629, 1954.
- [28] Filipowicz B., Golewski S., Pilek K., *Bull. Acad. Sciences Cl. II.* **3**, 7, 1955.
- [29] Rich A., Watson J. D., *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **40**, 739, 1954.
- [30] Cohn W. E., III-rd Intern. Congr. Biochem. str. 152, 1955
- [31] Brown D. M., Todd A. R., w *The Nucleic Acids* E. Chargaff i J. Davidson. Academic Press, New York, Tom. I str. 409, 1955.
- [32] Brown D. M., Magrath D. I., Todd A. R., *J. Chem. Soc.* 4396, 1955.
- [33] Kornberg A., Lechman I., Simms E., *Fed. Proc.*, **15**, 291, 1956.
- [34] Grunberg-Manago M., Ochoa S., *Fed. Proc.*, **14**, 221, 1955.
- [35] Tissières A., *J. Mol. Biol.*, **1**, 365, 1959.
- [36] Boelltker H., *Biochim. Biophys. Acta*, **32**, 519, 1959.
- [37] Littauer U. Z., Eisenberg H., *Biochim. Biophys. Acta*, **32**, 320, 1959.
- [38] Warner R. C., *J. Biol. Chem.*, **229**, 711, 1957.
- [39] Warner R. C., IV-th Intern. Congr. Biochem. Symp. IX. 1, 1958.
- [40] Rich A., Davies D. R., *J. Am. Chem. Soc.*, **78**, 3548, 1956.

- [41] Felsenfeld G., Rich A., Bioch. Biophys. Acta, **26**, 457, 1957.
- [42] Felsenfeld G., Davies D. R., Rich A., J. Am. Chem. Soc., **79**, 2023, 1957.
- [43] Lipset M. N., Heppel L. A., Bradley D. F., Biochim. Biophys. Acta, **41**, 175, 1960.
- [44] Lipset M. N., Heppel L. A., Bradley D. F., J. Biol. Chem., **236**, 857, 1961.
- [45] Szer W., Shugar D., Acta Biochim. Polon., **8**, 363, 1961.
- [46] Zubay G., Wilkins M. H. F., J. Mol. Biol., **2**, 105, 1960.
- [47] Thomas C. A., J. Amer. Chem. Soc., **78**, 1861, 1956.
- [48] Marvin D., Spencer M., Wilkins M., Hamilton L., Nature, **182**, 387, 1958.
- [49] Cavalieri L. F., Finston R., Rosenberg B. H., Fed. Proc., **20**, 352, 1961.
- [50] Stocker B. A. D., Soc. Gen. Microbiol. Symp., **10**, 1, 1960.
- [51] Sinsheimer R., J. Mol. Biol., **1**, 43, 1959.
- [52] Theorell B., rozdział 20 w *Nucleic Acids* E. Chargaff i J. Davidson, *Academic Press*, New York, 1955.
- [53] Avery O. T., McLeod C. M., McCarty M., J. exptl. Med. **79**, 137, 1944.
- [54] Hershey A. D., Chase M., J. gen. Physiol., **36**, 39, 1952.
- [55] Fraenkel-Conrat H., J. Am. Chem. Soc., **78**, 382, 1956.
- [56] Gierer A., Schram G., Nature, **177**, 702, 1956.
- [57] Mudry K., Gierer A., Nature, **182**, 1457, 1958.
- [58] Tsugita A., Fraenkel-Conrat H., Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., **46**, 636, 1960.
- [59] Halden J. B. S., *The Biochemistry of Genetics*. George Allen and Unwin Ltd. London 1954.
- [60] Filipowicz B., Postepy Mikrobiologii, **1**, 5, 1962.
- [61] Nirenberg M. W., Matthaei J. H., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **47**, 1588, 1961.
- [62] Matthaei J. H., Nirenberg M. W., Fed. Proc., **20**, 391, 1961.
- [63] Lengyel P., Speyer J. F., Ochoa S., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **47**, 1936, 1961.
- [64] Speyer J. F., Lengyel P., Basilio C., Ochoa S., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **48**, 441, 1962.
- [65] Matthaei J. H., Jones O. W., Martin R. G., Nirenberg M. W., Proc. Natl. Acad. Sci., USA, **48**, 666, 1962.
- [66] Jukes T. H., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **48**, 1809, 1962.
- [67] Roberts R. O., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **48**, 1245, 1962.
- [68] Volkin E., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **46**, 1336, 1960.
- [69] Hall B. D., Spigelman S., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **47**, 137, 1961.
- [70] Kjeldgaard N. O., Biochim. Biophys. Acta, **49**, 64, 1961.
- [71] Brenner S., Jacok F., Meselson M., Nature, **190**, 576, 1961.
- [72] Ycas M., Vincent W. S., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **46**, 804, 1960.
- [73] Ishihama A., Mizuno N., Takai M., Otaka E., Osawa S., J. Mol. Biol., **5**, 251, 1962.
- [74] Takai M., Kondo N., Osawa S., Biochim. Biophys. Acta, **55**, 416, 1962.
- [75] Monier R., Naono S., Haynes D., Haynes F., Gros F., J. Mol. Biol., **5**, 311, 1962.
- [76] Hayashi M., Spigelman S., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **47**, 1564, 1961.
- [77] Stent G., Adv. Virus Research, **5**, 95, 1958.
- [78] Rich A., Ann. N. Y. Acad. Sci., **81**, 709, 1959.

- [79] Belozerski A., Spiryn A., *Nature*, **182**, 111, 1958.
- [80] Zubay G., *Nature*, **182**, 1290, 1958.
- [81] Zubay G., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **48**, 456, 1962.
- [82] Panusz H., *informacja osobista*, 1962.
- [83] Stedman E., Stedman E., *Nature*, **166**, 780, 1950.
- [84] Bloch D. P., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **48**, 324, 1962.
- [85] Bonner J., Huang R. C., Maheshwari N., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **47**, 1548, 1961.
- [86] Huang R. C., Bonner J., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **48**, 1216, 1962.
- [87] Zubay G., Wilkins M. H. F., *J. Mol. Biol.*, **4**, 50, 1962.
- [88] Zubay G., Wilkins M. H. F., *J. Mol. Biol.*, **4**, 444, 1962.
- [89] Steiner R. F., Beers R. F., *Polynucleotides*, Elsevier Publishing Comp. Amsterdam, 1961.

NOWE ODKRYCIA Z POGRANICZA GADÓW I SSAKÓW

Materiały paleontologiczne dotyczące pierwszego okresu historii ssaków, powstania ich i rozwoju w erze mezozoicznej są nieliczne i bardzo niekompletne. Jedną z przyczyn tego stanu rzeczy wydaje się fakt, że w pierwszym okresie rozwoju paleontologii — w XIX i na początku XX wieku — w utworach lądowych ery mezozoicznej szukano głównie dinozaurów. Gdy jednak dinozaury były mieszkańcami terenów nadwodnych bądź jezior i szkielety ich łatwo się mogły zachować w osadach deltowych, jeziornych i rzecznych, to współczesne im ssaki zamieszkiwały, jak się zdaje, obszary wyżynne i stepowe, oddalone od większych zbiorników wodnych. W związku z tym szkielety ich miały mniejsze szanse na zachowanie się w stanie kopalnym i najlepiej przetrwać mogły w jaskiniach i grotach z tamtych czasów. Ponadto ssaki ery mezozoicznej były zwierzętami bardzo drobnymi, wielkości myszy, szczura, najwyżej kota, nie więc dziwnego, że drobne ich zęby, mierzące niekiedy zaledwie kilka milimetrów, i odpowiednio małe szczęki łatwo mogły ująć uwagę paleontologów.

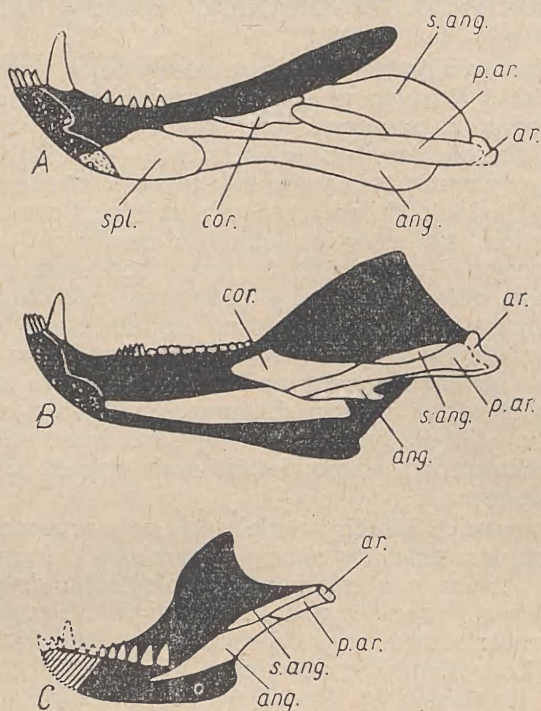
Ponieważ w ostatnich latach w wielu krajach rozpoczęto intensywne poszukiwania skamieniałości w starych szczelinach krasowych, w wapieniach różnego wieku, materiały paleontologiczne dotyczące najstarszych ssaków nieco się powiększyły. Najciekawszych materiałów dostarczyły twory górnotriasowe Anglii, Południowej Afryki i Stanów Zjednoczonych. Ponadto paleontolog niemiecki W. G. Kühn e (1961) odkrył w kopalni węgla jurajskiego w Portugalii szczątki ssaków, które nie zostały jeszcze szczegółowo opracowane. Również i z triasowych skamieniałości nie wszystkie już opisano. Jednak dotychczas opublikowane materiały są tak rewelacyjne, że wydaje się wskazane podzielić się z polskimi biologami wynikami tych najnowszych odkryć.

Wiadomo powszechnie, że jedna z różnic między gadami i ssakami polega na budowie zębów, szczęki dolnej i stawu szczękowego. Gdy zęby większości gadów są proste, stożkowate, to zęby ssaków są zróżnicowane. Jednakże wśród triasowych gadów ssakokształtnych, z rzędów *Therapsida* i *Ictidosauria*, spotykamy już zróżnicowanie zębów na sieczne, kły, przedtrzonowe i trzonowe. Szczeka dolna gadów składa się z kilku, zazwyczaj z sześciu kości, a staw szczękowy tworzy od strony szczęki kość stawowa (*articulare*), na której znajduje się panewka, zestawiająca się z główką na kości kwadratowej (*quadratum*) czaszki. U różnych przedstawicieli *Therapsida* i *Ictidosauria* można obserwować tendencję w kierunku rozrośnięcia się w szczęce dolnej *dentale*, czemu towarzyszy redukcja wielkości i liczby pozostałych kości, przesuwających się ku tyłowi szczęki (ryc. 1). U pewnych iktidozaurów, które szczegółowo będą omówione niżej, prawie całą dolną szczękę tworzy rozrośnięta *dentale*,

w tylnej części której tkwią w bruzdzie dwie małe kostki: *articulare* i *angulare*.

U ssaków całą dolną szczękę buduje już tylko kość *dentale*, na której wykształcił się wyrostek kłykciowy, tworzący główkę stawu zestawiającą się z panewką na kości łuskowej (*squamosum*) czaszki.

Z pierwszej połowy wieku XIX pochodzi teoria Reicherta, oparta na wynikach badań anatomów niemieckich, zgodnie z którą kości, które u gadów tworzyły staw szczękowy, u ssaków weszły w skład ucha środkowego i odpowiednio z kości kwadratowej powstało kowadełko (*incus*),



Ryc. 1. Schemat ilustrujący rozrost *dentale* i redukcję kości grupy post-dentale u Therapsida i Ictidosauria

A — Przedstawiciel *Gorgonopsidae* (perm), B — Cynodont (dolny trias), C — Iktidozaur (górny trias) (wg Portmanna, z Theniusa i Hofera), zakropkowana — *dentale*, ar — *articulare*, p.ar. — *prearticular*, s.ang. — *supra angular*, ang. — *angular*, cor. — *coronoideum* — spl. — *spleniale*

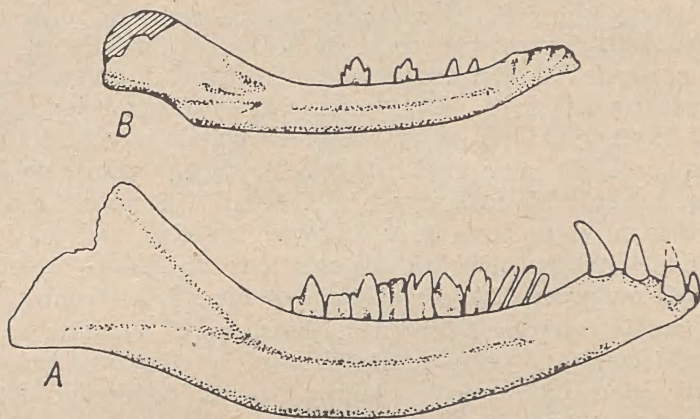
z kości stawowej młoteczek (*malleus*), zaś trzecia z kostek słuchowych ssaków — strzemiączko (*stapes*) byłaby homologiczna jedynej kostce słuchowej gadów i innych niższych kręgowców.

Teoria Reicherta przewidywała, że w pewnym stadium powstawania ssaków z gadów staw szczękowy typu gadziego musiał funkcjonować jednocześnie ze stawem charakteryzującym ssaki. Dopiero gdy wykształcił się staw między *dentale* i *squamosum*, zredukowane *quadratum* i *articulare* mogły przesunąć się do ucha i zacząć funkcjonować jako *incus* i *malleus* ssaków.

Odkrycia paleontologiczne ostatnich lat wykazały istnienie form przejściowych, u których dwa stawy szczękowe funkcjonowały jednocześnie. Odkrycia te pozwalają lepiej zrozumieć, jakimi etapami odbyło

się przejście od stawu szczękowego typu gadziego — do stawu charakterystycznego dla ssaków i przesunięcie się kostek tworzących staw gadi do ucha środkowego.

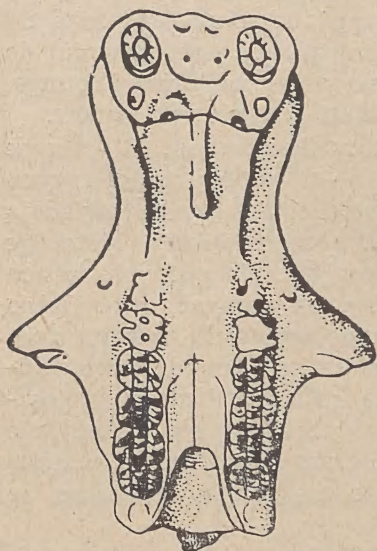
Okres wyodrębnienia się najstarszych ssaków był przez paleontologów wielokrotnie dyskutowany. Jeszcze ponad sto lat temu opisano z utworów górnotriasowych Północnej Karoliny w Stanach Zjednoczo-



Ryc. 2. Niekompletne szczęki dolne cynodontów z triasu Stanów Zjednoczonych

A — *Dromatherium*, B — *Microdonodon* (wg Simpsona, z Lehmana)

nych dwie kilkucentymetrowej długości szczęki, z dobrze zachowanymi, zróżnicowanymi zębami, lecz z ułamaną częścią tylną. Były to rodzaje *Dromatherium* Emmons, 1857 i *Microconodon* Osborn, 1886 (ryc. 2). W roku 1887 H. F. Osborn uznał je za ssaki, tworząc dla nich rząd



Ryc. 3. *Tritylodon longaevus* Owen. Niekompletna czaszka od strony podniebienia. (Wg. Simpsona)

Protodonta. Również w latach osiemdziesiątych z utworów górnego triasu południowej Afryki Owen opisał niekompletną czaszkę (*Tritylodon* Owen) (ryc. 3), o zróżnicowanych zębach, przypominających zęby wy-

gasłych ssaków jurajskich z rzędu *Multituberculata*. Przez wiele lat panował więc w paleontologii pogląd, że najstarsze ssaki znane są z triasu. W roku 1928, G. G. Simpson — opierając się na lepszych materiałach porównawczych — doszedł do wniosku, że uzębienie *Dromatherium* i *Microconodon* zbliża się bardzo do uzębienia gadów ssakokształtnych z rzędu *Cynodontia* — i tam też zaliczył te rodzaje, natomiast afrykańskiego tritylodona zaliczył wówczas jeszcze nadal do multituberkulatów. W roku 1937 Simpson wycofał się jednak z poglądu, że tritylodon jest ssakiem, wydzielił *Tritylodontidae* z *Multituberculata*, zaliczając je do gadów ssakokształtnych. W związku z przeszerzegowaniem ostatniego ze „ssaków triasowych” do gadów w latach trzydziestych dolna granica występowania ssaków przesunęła się z najwyższego triasu do środkowej jury, a więc o około 25 milionów lat. W roku 1958 natrafiono w Anglii na szczątki form o cechach przejściowych między gadami i ssakami, o których będzie mowa niżej i które zaliczono do ssaków; granica pojawienia się ssaków przesunęła się więc ponownie o 25 milionów lat wstecz.

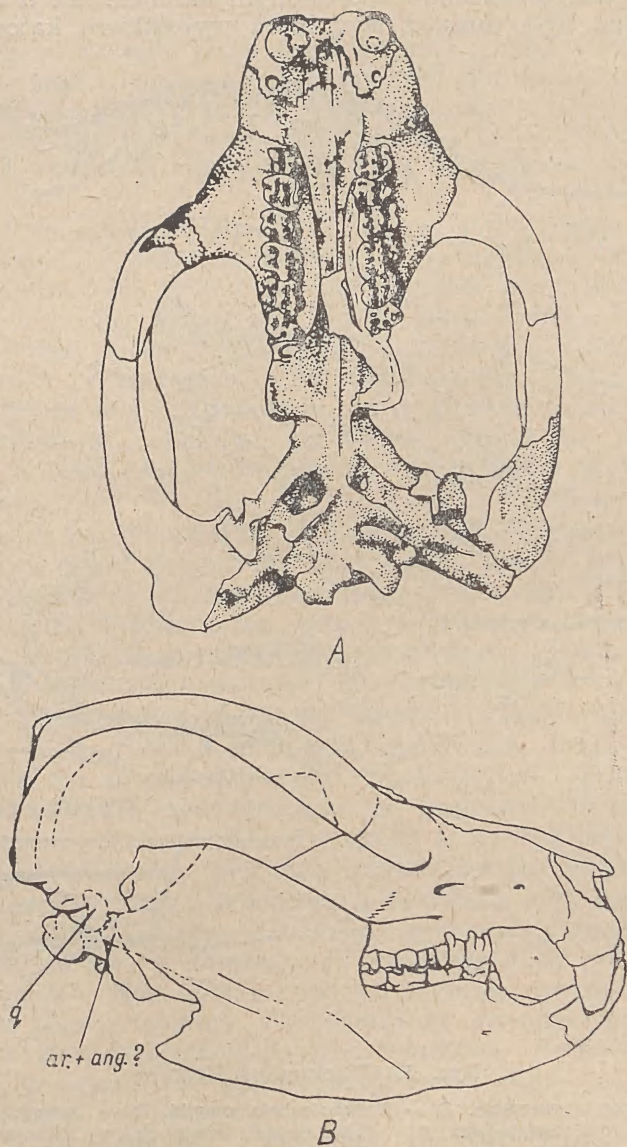
Wśród gadów ssakokształtnych najbardziej do ssaków są zbliżone triasowe iktidozaury. Według ostatnich ujęć systematycznych (Devillers, 1961) rząd *Ictidosauria* obejmuje dwa podrzędy: *Ictidosauria sensu stricto* i *Tritylodontia*.

Do *Tritylodontia*, poza wzmiankowanym wcześniej tritylodonem i kilkoma formami znanymi ze szczęk tylko, należą dwa dość dobrze poznane rodzaje: *Bienotherium* Young i *Oligokyphus* Henning. *Bienotherium* pochodzi z triasu Chin. Pierwszy wstępny opis rodzaju dał C. C. Young w 1940 r., nadmieniając wówczas, że ma do czynienia z przedstawicielem multituberkulatów. Young opisywał *Bienotherium* w czasie wojny, nie mając możliwości dyskusji z innymi specjalistami; wydaje się jednak oczywiste, że mówiąc, iż ma do czynienia z multituberkulatem, miał na myśli: z przedstawicielem *Tritylodontia* — grupy zaliczanej dawniej do multituberkulatów. W roku 1947 ukazała się obszerna praca Younga, w której zalicza on *Bienotherium* do *Tritylodontia*, a więc do gadów.

Bienotherium (ryc. 4) był zwierzęciem roślinożernym. W szczęcie górnej występują dwa sieczne, diastema i 6—7 zębów policzkowych (zmolaryzowanych zębów, co do których trudno orzec, czy odpowiadają przedtrzonowym, czy trzonowym ssaków). W szczęcie dolnej występuje jeden sieczny, diastema i 6—7 zębów policzkowych. Na górnych zębach policzkowych znajdują się trzy rzędy guzków, na dolnych dwa. Dolna szczeka *Bienotherium* jest duża, złożona prawie wyłącznie z kości *dentale*. Budowa czaszki wskazuje na to, że istniała kość kwadratowa, która przypuszczalnie zestawiała się z niewielką kością *articulare*, umieszczoną w tyle szczęki dolnej. Jednakże tylna część szczęki dolnej nie zachowała się. Young rekonstruuje połączenie szczęki dolnej z czaszką stawem typu gadziego, wspomina jednak, że nie jest wykluczone, że istniało również połączenie ze *squamosum*.

Najlepiej poznany przedstawiciel tritylodontów jest rodzaj *Oligokyphus* Henning. Rodzaj ten znany był początkowo z pojedynczych zębów, opisanych w 1922 r. przez E. Henninga z triasu Württembergii. W roku 1939 W. G. Kühne rozpoczął eksploatację wypełnień

szczelin krasowych w wapieniach karbońskich w Południowej Walii, w miejscowościach Sommerset i Glamorgan. Wiek wypełnień tych szczelin został na podstawie zachowanych tam szczątków roślin określony jako

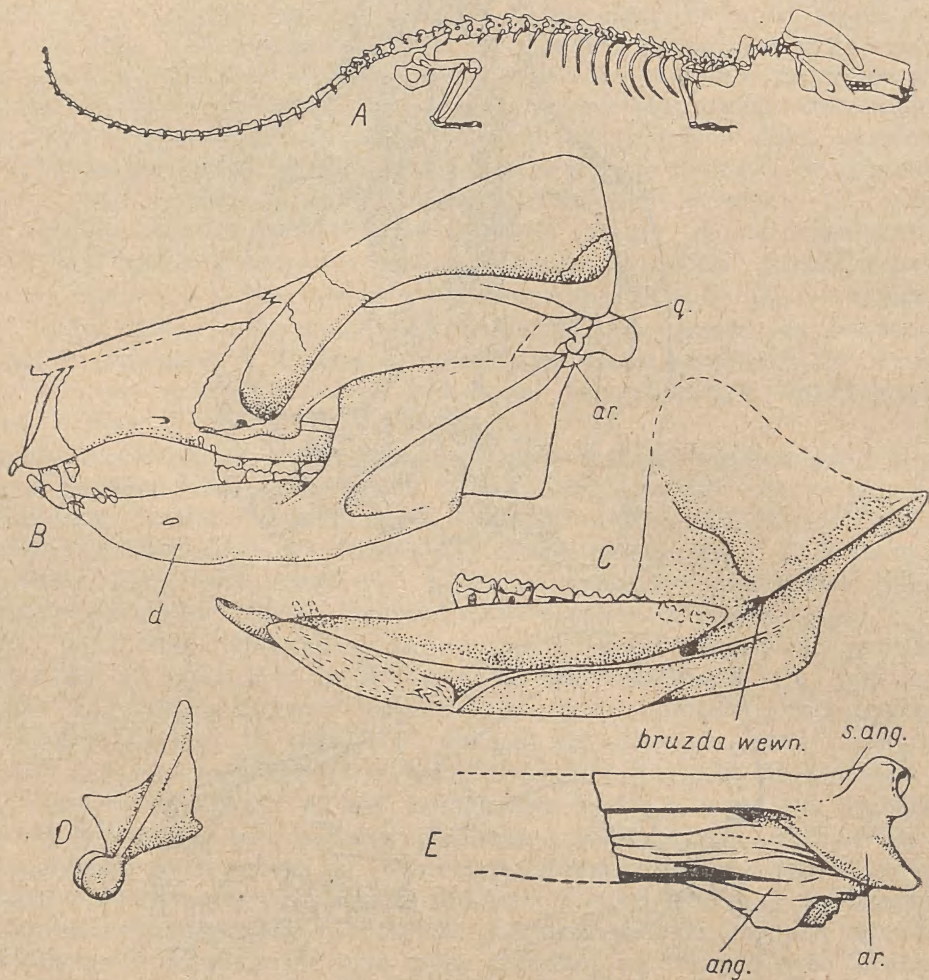


Ryc. 4. *Bienotherium yunnanense* Young

A — Czaszka od strony podniebienia, B — Rekonstrukcja (wg Younga), (q. — quadratum, ur + ang.? — articulare + angulare)

retyko-lias (najwyższy trias i dolna jura). Kühne opisał dwa gatunki oligokyfusa, przy czym zachowane szczątki były tak liczne, że mógł na ich podstawie zrekonstruować cały szkielet rodzaju *Oligokyphus* (ryc. 5).

Oligokyphus był niskim zwierzęciem, którego długość wraz z ogonem nie przekraczała 50 cm, przy czym 9 cm przypadało na głowę. Pysk miał tępy, nieco ścięty z przodu. W obu szczękach występowały 3 zęby sieczne, diastema oraz 6—7 zębów policzkowych, przy czym zęby policzkowe były pokryte guzkami o podobnym układzie jak u *Bienotherium*. Szczeka dolna była duża, z wyraźnym wyrostkiem kątowym, złożona



Ryc. 5. *Oligokyphus* Henning

A — Rekonstrukcja zwierzęcia, B — Rekonstrukcja czaszki, C — Szczeka dolna od strony językowej, D — Kość kwadratowa, E — Kości zespołu articulare (wg Kühnego), b. — dentale, ang. — angulare, ar. — articulare, s.ang. — supra angulare)

prawie wyłącznie z rozrośniętej kości dentale. Kompleks articulare-quadratum miał nieduże szanse, aby zachować się *in situ* razem z dentale. Ponieważ Kühne dysponował bardzo dużym materiałem, który poddał niezwykle skrupulatnej preparacji, udało mu się wypreparować nawet bardzo drobne kostki i w kolekcji jego znajduje się kilka kostek quadratum oraz zespół drobnych zrośniętych kości, które opisuje jako

zespół *articulare*, wyróżniając w nim: *articulare*, *angulare* i *supra-angulare* (?), zrośniętą z *angulare*. W tylnym odcinku, po stronie wewnętrznej *dentale*, znajduje się bruzda, w której tkwiły wymienione kości zespołu *articulare*. Staw szczękowy był tu więc między *articulare* i *quadratum*, zaś staw charakterystyczny dla ssaków nie wykształcił się jeszcze.

Omówione tu szczęki i uzębienie różnych przedstawicieli *Tritylodontia* przypominają bardzo na pierwszy rzut oka uzębienie multituberkulatów. Jednakże głębsza analiza budowy czaszek i zębów w tych grupach wskazuje, że obserwowane podobieństwa są tu jedynie wynikiem konwergencji, związanej z przystosowaniem do wyłącznie roślinożernego pokarmu.

Podrząd *Ictidosauria sensu stricto* obejmuje dziś tylko jedną monotypiczną rodzinę, z jednym rodzajem i gatunkiem *Diarthrognathus broomi* Crompton, 1958. *Diarthrognathus broomi* znany jest tylko z jednej czaszki, pochodzącej z górnego triasu południowej Afryki. Czaszka ta po raz pierwszy opisana była przez R. Brooma (1929) jako *Mammal-like reptile*, a następnie przez tegoż autora (1932) jako *Ictidosuarian*. B. Broom stworzył wówczas dla opisywanej przez siebie formy podrząd *Ictidosauria*, zaliczając doń formę opisaną jako iktidozaur A, jak również rodzaje *Karroomys* Broom, *Pachygenelus* Watson i *Trithelodon* Broom.

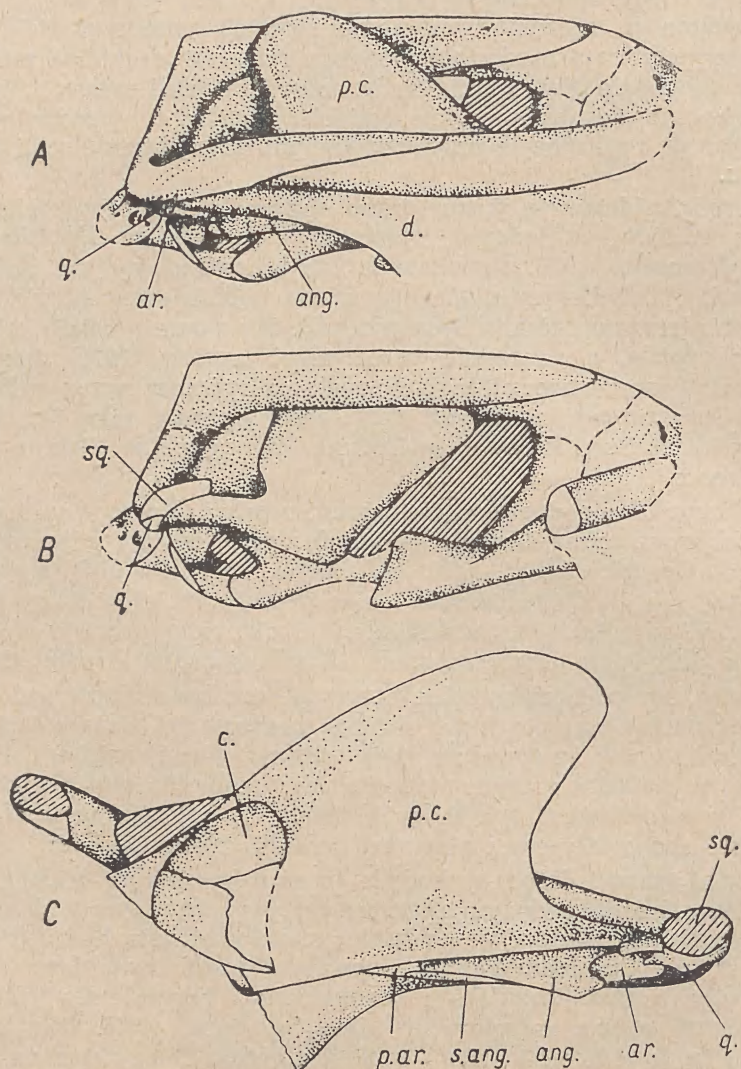
Iktidozaur A nie doczekał się jeszcze rewizji. *Karroomys* i *Pachygenelus*, zaliczone przez Brooma do *Ictidosauria*, zostały przeniesione następnie do *Cynodontia* (cf. J. P. Lehman, 1961), zaś *Trithelodon* został zaszeregowany do *Tritylodontia* jako przedstawiciel rodziny *Trithelodontidae*. W wyniku tych zmian, niegdyś obszerny podrząd *Ictidosauria* obejmuje dziś tylko jeden gatunek: *Diarthrognathus broomi* Crompton.

Czaszka, na podstawie której gatunek ten został opisany, jest niezupełnie kompletna, ale dość dobrze zachowana. Czaszka ta została ucięta skośnie, tak że przednie części szczęki górnej i dolnej nie zachowały się, w związku z czym nieznane jest uzębienie diartrognatusa, natomiast mózgowiec, tył dolnej szczęki i, co najważniejsze, stawy szczękowe zachowały się z obu stron czaszki bardzo dobrze.

W skład szczęki dolnej wchodziło tu aż 6 kości (ryc. 6). *Dentale* była bardzo rozrośnięta, z dużym płatowatym *processus coronoideus*, w tylnej jej części od strony wewnętrznej znajdowała się bruzda, w której tkwiły niewielkie, lecz dobrze zachowane kości: *articulare*, *angulare*, *prearticulare*, *supra-angulare* i *coronoideum*. Niezmiernie interesująca jest budowa stawu szczękowego diartrognatusa. *Articulare* i *dentale* dotykają tu do siebie i tworzą wspólną główkę, która zestawia się z panewką utworzoną również przez dwie kości: *squamosum* i *quadratum*. Staw gadi i staw ssaków funkcjonują tu więc jednocześnie, są one jednak zlane w jeden wspólny staw. Udział kości „gadziej” w budowie stawu jest mniejszy niż kości ssaków; tak na przykład *quadratum* obejmuje zaledwie mały odcinek powierzchni stawowej panewki (por. ryc. 6B). A. W. Crompton podkreśla, jako bardzo charakterystyczną cechę stawu szczękowego diartrognatusa, fakt, że w „gadziej” części stawu główka znajduje się na *articulare*, zaś panewka na *quadratum*, gdy wiadomo, że u wszystkich gadów panują stosunki odwrotne. Diar-

trognatus osiągnął więc już odwrócenie wypukłości powierzchni stawowych, charakteryzujące ssaki, u których *malleus* (*articulare*) ma wypukłą powierzchnię stawową, zaś *incus* (*quadratum*) wklęsłą.

Wszystkie omówione tu formy, wykazujące w budowie uzębienia, szczęki dolnej i stawu szczękowego pewne cechy przejściowe między



Ryc. 6. *Diarthrognathus broomi* Crompton

A — Rekonstrukcja czaszki, widok z boku, B — Czaszka z boku po usunięciu łuku jarzmowego i szczęki dolnej, C — Szczeka dolna od strony wewnętrznej (wg Cromptona), (sq. — squamousum, q. — quadratum, d. — dentale, p.c. — processus coronoideus, ar. — articulare, ang. — angulare, s.ang. — supra angulare, p.ar. — prearticulare, c. — coronoideum)

gadami i ssakami, stoją po jednej stronie granicy przeprowadzonej między tymi gromadami, i w układzie systematycznym klasyfikowane są jako gady. Przekonamy się za chwilę, omawiając formy o cechach przej-

ściowych zaliczane do ssaków, że przeprowadzona linia podziału jest dość arbitralna.

Simpson (1928, 1929), po przeprowadzeniu analizy i zestawieniu znanych dotychczas wiadomości o ssakach mezozoicznych, wyróżnił wśród wygasłych ich przedstawicieli 4 rzędy: *Multituberculata*, *Triconodonta*, *Symmetrodonta* i *Pantotheria*. Jak wiadomo, przyjmowano wtedy, że trzy pierwsze rzędy wygasły bezpotomnie, natomiast *Pantotheria* stanowiłyby grupę, z której wyodrębnić się miały zarówno torbacze, jak i ssaki łożyskowe. Przemawiała za tym nie tylko trójguzkowa budowa zębów trzonowych, z których można wyprowadzić zęby ssaków łożyskowych i torbaczy, ale również obecność wyrostka kąowego w tyle szczęki dolnej, wyrostka, który charakteryzuje szczęki łożyskowców i torbaczy. U stekowców, multituberkulatów, symetrodontów i trikonodontów wyrostek kąowy nie występuje, a tył szczęki dolnej jest zaokrąglony.

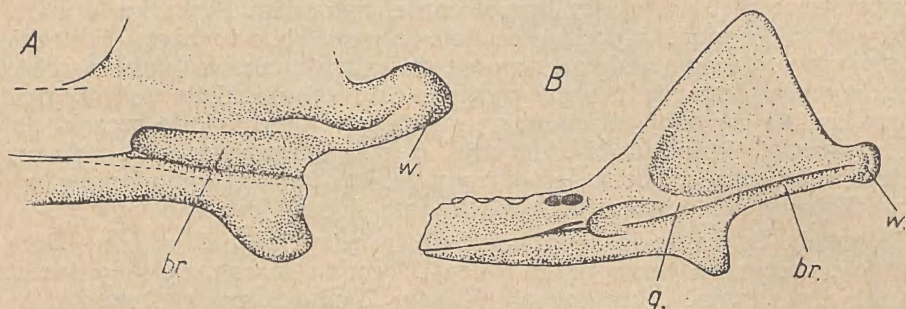
Do rzędu *Pantotheria* zaliczana była, między innymi, rodzina *Docodontidae*, reprezentowana przez rodzaj *Docodon* Marsh, opisany jeszcze w 1881 r. z utworów kredowych Stanów Zjednoczonych. *Dokodon* był znany z dolnych szczęk z zachowanym uzębieniem. Mimo że szczęki te były od tak dawna znane, budowa ich nie została dostatecznie dobrze zinterpretowana, czy też doceniona. Wprawdzie już J. W. Gidley w 1906 r. sugerował, że *Docodontidae* należy wyłączyć z *Pantotheria*, pogląd ten jednak się nie przyjął, tym bardziej że w latach 1928—1929 największy autorytet w dziedzinie ssaków mezozoicznych, Simpson, uznał *Docodontidae* za rodzinę *Pantotheria*, wprawdzie nieco aberantną, jednakże mieszczącą się w ramach rzędu.

Problem *Docodonta* zaczęto ponownie dyskutować dopiero w ostatnich latach, kiedy to w południowej Walii, w miejscowości Glamorgan, w wapieniu karbońskim natrafiono na szczeliny krasowe, wypełnione brekcją kostną. Wiek wypełnień tych szczelin został określony jako retyk, a więc najwyższy trias.

Odkrywcą szczelin i pierwszych zębów w Glamorgan był Kühne (1949), który opisał stamtąd pojedyncze zęby, a w 1958 r. dał interpretację znalezionych szczątków. Po wyjeździe Kühnego do Niemiec paleontologowie angielscy z Muzeum Brytyjskiego — K. A. Kermack i F. Mussett (cf. Kermack & Mussett, 1958, 1959), prowadząc poszukiwania w odkrytych przez niego punktach, natrafili na brekcję kostną zawierającą zęby, szczęki dolne i inne kości prymitywnych ssaków, a ponadto liczne kości gadów.

Wypełnienie szczelin tworzył osad gliniasty, nieco wapnisty, czerwony od domieszek hematytu, przepełniony drobnymi kośćmi. Kości te poddano ostrożnej preparacji chemicznej, rozpuszczając skałę w słabym roztworze kwasu octowego. W residuum otrzymano liczne zęby i szczęki prymitywnych ssaków, których część zaliczono do rzędu *Symmetrodonta*, większość jednak stanowili przedstawiciele rodzaju *Morganucodon* Kühne, opisanego przez Kühnego w 1949 r. na podstawie pojedynczych zębów. Czym charakteryzują się szczęki retyckie morganukodona? Okazuje się, że wykazują one zadziwiające podobieństwo do szczęk wzmiankowanego poprzednio dokodona kredowego (ryc. 7). W obu przypadkach żuchwę tworzy kość *dentale*, z wyraźnym wyrostkiem kąowym i dobrze wykształconym wyrostkiem kłykciowym, stanowiącym główkę stawu między *dentale* i *squamosum*. Występuje tu więc dobrze wykształcony staw ssaków.

Cechą charakterystyczną tych zuchw jest obecność w tylnej części *dentale* od strony językowej bruzdy, w której tkwiły kości grupy *post-dentale*. Na jednym okazie w bruzdzie szczęki dolnej tkwiła źle zachowana kość, tworząca zapewne *articulare*. Nie jest jasne, ile kości u *dokodona* i *morganukodona* tworzyło grupę *post-dentale*, czy występowała



Ryc. 7. A — *Docodon striatus* Marsh. Tylna część szczęki dolnej, widok od strony językowej (wg Kühnogo). B — *Morganucodontidae*. Rekonstrukcja części tylnej szczęki dolnej od strony wewnętrznej (wg Kermacka i Musseta)

(w. — wyrostek kłykciowy, br. — bruzda, w której tkwiła *articulare*, g. — grzebień oddzielający bruzdę)

tam już tylko kość *articulare*, czy też może jeszcze kilka kości. Jest jednak oczywiste, że skoro *articulare* wchodziła w skład szczęki dolnej, staw gadi nie przesunął się jeszcze do ucha i funkcjonował tu jednocześnie ze stawem ssaków. Czy dwa stawy tworzyły tu, tak jak u *diartrognatusa*, jeden wspólny staw, czy też funkcjonowały one niezależnie, trudno w obecnym stanie wiadomości o dokodonie i morganukodonie osądzić.

Uzębienie morganukodona jest bardzo dobrze poznane, znaleziono bowiem nie tylko szczęki dolne, ale i górne z zachowanymi zębami. Na tej podstawie Kermack i Mussett podają następujący wzór zębowy morganukodona:

$$2 \times \frac{5 \ 1 \ 2 \ 4}{5 \ 1 \ 2/3 \ 4/5}$$

Maksymalna liczba zębów wynosi więc 52.

W związku z nowymi odkryciami, rodzinę *Docodontidae*, do której zaliczono retyckiego morganukodona, wyodrębniono z *Pantotheria* i podniesiono do rangi rzędu. Kermack i Mussett (1958) sugerowali, aby rząd *Docodonta* podnieść do rangi podgromady, dla której zaproponowali nazwę *Eotheria*. Propozycja ta nie została jednakże przyjęta (cf. J. Piveteau, 1961), gdyż wydaje się niewątpliwe, że dwustawowość charakteryzująca dokodonty była stadium, przez które przechodziły różne grupy prymitywnych ssaków, wyodrębniające się z gadów niezależnie.

W materiale ze szczelin krasowych w Glamorgan, oprócz szczęk i fragmentów czaszek dokodontów, natrafiono również na szczęki dolne i zęby symetrodontów. Materiały te nie zostały jeszcze szczegółowo opracowane, jednak we wstępnych informacjach Kermack i Mussett

(1959) podają, że na znalezionych fragmentach szczęk stwierdzili obecność bruzdy wewnętrznej, która wskazuje, że dwa stawy szczękowe występowały nie tylko u dokodontów, ale i u symetrodontów.

Ponadto w opracowywanym materiale autorzy znaleźli dobrze zachowane kości pasa barkowego. Okazuje się, że pas ten ma bardzo prymitywną budowę. Podczas gdy, jak wiadomo, u torbaczy i łożyskowców w skład pasa barkowego wchodzi tylko łopatki i obojczyki, to u stekowców wchodzi w skład pasa barkowego 4 pary kości (łopatki, obojczyki, kości krucze, przedkrucze i nieparzysty element *interclavicula*). Pod tym względem pas barkowy stekowców zbliża się do pasa barkowego terapsidów. Znaleziony w Glamorgan pas barkowy ma podobną budowę jak pas stekowców, przy czym gdy u stekowców kość przedkrucza nie przytyka do łopatki, w omawianym pasie łączy się ona z łopatką. Połączenie kości przedkruczej z łopatką występuje w pasie gadów. Omawiany pas byłby więc najprymitywniejszym znanym pasem barkowym wśród ssaków. Kermack i Mussett uważają, że pas ten należał do dokodontów i na tej podstawie we wnioskach filogenetycznych wyprowadzają stekowce z dokodontów.

W stosunku do tych rozważań można, jak się zdaje, wysunąć poważne zastrzeżenia. Omawiany pas barkowy został znaleziony w jednej szczelinie ze szczękami zarówno dokodontów, jak i symetrodontów, mógł więc on wchodzić w skład szkieletu przedstawiciela jednego lub drugiego rzędu. Wydaje się, iż nie ma żadnej pewności, że jest to rzeczywiście pas dokodontów, a nie symetrodontów, nie można więc opierając się na jego budowie wyciągać wniosków filogenetycznych.

Do niedawna, gdy nieznane były formy o podwójnych stawach szczękowych, rozróżnienie na dobrze zachowanym materiale paleontologicznym gada od ssaka nie przedstawiało większych trudności. Formy, u których w skład szczęki wchodziła więcej niż jedna kość i których staw szczękowy tworzyły kości: *articulare/quadratum*, klasyfikowano jako gady, zaś formy, u których szczękę dolną tworzyła kość *dentale*, a staw szczękowy istniał między nią a *squamosum*, klasyfikowano jako ssaki.

Omówione wyżej formy przejściowe takie, jak diartrognatus, dokodonty i symetrodonty o podwójnym stawie, pod względem jednego kryterium są jeszcze gadami, pod względem innego — już ssakami. Przeprowadzona linia podziału, zgodnie z którą diartrognatus zaliczany jest do gadów, a dokodonty do ssaków, jest czysto umowna; można by przeprowadzić ją również o stopień wyżej i uznać dokodonty za gady bądź o stopień niżej i uznać iktidozaury już za ssaki. Zawsze jednak granica podziału byłaby w znacznym stopniu dowolna.

Czy można uważać, że dokodonty wyodrębniły się z *Ictidosauria* bądź z *Tritylodontia*? Z całą pewnością nie. Są to grupy współczesne sobie, przy czym zarówno tritylodonty, jak i diartrognatus wykazują cechy wysokiej specjalizacji. W szczególności wysoko wyspecjalizowane uzębienie tritylodontów wyklucza branie ich pod uwagę jako przodków którejkolwiek grupy prymitywnych ssaków. Podobnego typu uzębienie występuje wśród mezozoicznych ssaków u multituberkulatów i, jak wspomniano wyżej, wydaje się, że powstało tam niezależnie.

Przodków dokodontów i innych prymitywnych ssaków należy szukać wśród triasowych *Therapsida*, u których występuje zróżnicowane uzębienie, nie wyspecjalizowane jednakże tak wysoko jak u tritylodontów.

Omówione tu odkrycia form przejściowych prowadzą do wniosku, że linia oddzielająca gady od ssaków (na jakimkolwiek poziomie byśmy ją przeprowadzili) była przekraczana przez różne grupy gadów ssakokształtnych czy prymitywnych ssaków w co najmniej kilku punktach. Simpson (1959) dowodzi, że ssaki i zbliżone do nich gady ssakokształtne wyodrębniały się w okresie triasowym z gadów co najmniej dziewięcioma liniami. Nie jest wykluczone, że wszystkie te linie przechodziły przez stadium dwustawowości, przy czym dwustawowe formy stwierdzono dotychczas tylko u iktidozaurów *sensu stricto*, dokodontów i symetrodontów. Jest jednak prawdopodobne, że istniały również dwustawowe tritylodonty, stekowce, multituberkulaty, trikonodonty i *Pantotheria* i że formy takie zostaną kiedyś znalezione.

LITERATURA

1. Broom, R., *On some new light on the origin of mammals*. Proc. Linn. Soc. N.S.W., **54**, 688—694, 1929.
2. Broom, R., *The mammal-like Reptiles of South Africa and the origin of mammals*. London, 1932.
3. Crompton, A. W., *The cranial morphology of a new genus and species of Ictidosauran*. Proc. Zool. Soc. London, **130**, 2, 183—216, 1958.
4. Devillers, Ch., *Ictidosauria*, w: J. Piveteau, *Traité de Paléontologie*, **6**, 1, 192—223, Paris, Masson et Cie, 1961.
5. Gidley, J. W., *Evidence bearing on tooth-cusp development*. Proc. Washington Acad. Sc., **8**, 1906.
6. Henning, E., *Die Säugerzähne des württembergischen Rhät-Lias-Bonebeds*. Neues Jahrb. Min. etc., Beil.-Bd. **46**, 181—267, 1922.
7. Kermack, K., Mussett, F., *The jaw articulation of the Docodonta and the classification of the Mesozoic mammals*. Proc. Roy. Soc. B., **149**, 204—215, 1958.
8. Kermack, K. A., Mussett, F., *The First Mammals*. Discovery, **216**, 144—151, 1959.
9. Kühne W. G., *On a triconodont tooth of a new pattern from a fissure filling in South Glamorgan*. Proc. Zool. Soc. London, **119**, 345—350, 1949.
10. Kühne, W. G., *The Liassic Therapsid Oligokyphus*. British Museum, London, 1956.
11. Kühne W. G., *Rheatische Triconodonten aus Glamorgan, ihre Stellung zwischen den Klassen Reptilia und Mammalia und ihre Bedeutung für die Reichertsche Theorie*. Paläont. Z., **32**, 3/4, 197—235, 1958.
12. Kühne, W. G., *Eine Mammalianfauna aus dem Kimeridge Portugals*. Neues Jahrb. Min. etc., **7**, 374—381, 1961.
13. Lehman, J. P., *Cynodontia*, w: J. Piveteau, *Traité de Paléontologie*, **6**, 1, 140—191, Paris, Masson et Cie, 1961.
14. Osborn, H. F., *The Triassic Mammals Dromatherium and Microconodon*. Proc. Amer. Phil. Soc., **24**, 1887.
15. Piveteau, J., *L'apparition du stade structural mammalien et le problème des Docodonta*, w: J. Piveteau, *Traité de Paléontologie*, **6**, 1, 523—531, Paris, Masson et Cie, 1961.
16. Simpson, G. G., *A Catalogue of the Mesozoic Mammals in the Geological Department of the British Museum*. British Museum (Natural History), London, 1928.

17. Simpson, G. G., *American Mesozoic Mammalia*. Mem. Peabody Mus. Yale Univ., 3, Pt. 1, New Haven, 1929.
18. Simpson, G. G., *Skull Structure of the Multituberculata*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 73, 727—763, 1937.
19. Simpson, G. G., *Mesozoic Mammals and the Polyphyletic Origin of Mammals*. Evolution, 13, 3, 405—414, 1959.
20. Young, C. C., *Preliminary Notes on the Mesozoic Mammals of Lufeng, Yunnan*. Bull. Geol. Soc. China, 20, 93—111, 1940.
21. Young, C. C., *Mammal-like Reptiles from Lufeng, Yunnan, China*. Proc. Zool. Soc. London, 117, 537—597, 1947.

FIZYKA A ZJAWISKA BIOLOGICZNE

We Wstępie Ogólnym do działu „Fizyka” Poradnika dla Samouków zajmuje się Marian Smoluchowski zagadnieniem czym jest właściwie fizyka (p. Pisma Mariana Smoluchowskiego, t. III, str. 157, Kraków 1928). W tym celu stara się przede wszystkim odgraniczyć ją od innych nauk przyrodniczych, jak chemia, astronomia, geologia itd., i dochodzi w konkluzji do następującego wniosku:

„Przedmiot tych nauk (tzn. innych nauk przyrodniczych, przyp. autora) jest ten sam jak przedmiot fizyki: jest to przyroda (z wyłączeniem zjawisk życiowych), ale odmienny jest punkt widzenia, gdyż w fizyce badamy tylko ogólne prawa przyrody, a przedmiotem tamtych nauk jest badanie zdarzeń indywidualnych. Tak na przykład fizyk i astronom zajmują się ruchami planet około Słońca. Ale fizyka interesują one jako przykład z zakresu mechaniki oraz jako dowód istnienia grawitacji ogólnej. ... Ale indywidualne dane, określające tor Marsa, Ziemi, orientacja tych torów względem konstelacji gwiazd niebieskich itd. są dla fizyka zupełnie obojętne, a one właściwie interesują astronoma”.

Jeżeli zgodzimy się na pogląd M. Smoluchowskiego, że zadaniem fizyki jest badanie ogólnych praw przyrody, to niekonsekwentne wydaje się nam wykluczanie z przedmiotów badań fizyki zjawisk życiowych, ponieważ zjawiska życiowe, tak psychologiczne jak i biologiczne, oddziałują np. na zjawiska elektromagnetyczne lub mechaniczne, które są przedmiotem badań dzisiejszej fizyki, jak i na odwrót zjawiska badane przez dzisiejszą fizykę oddziałują na zjawiska życiowe. Aby móc zrozumieć na podstawie praw i zasad fizyki wszystkie bez żadnego wyjątku zjawiska przyrodnicze, fizyka musi więc rozszerzyć zakres swoich zainteresowań również na zjawiska życiowe.

Niestety wśród fizyków zainteresowania te są dość nikłe. Może dlatego, że wymagają znajomości faktów i praw bio- i psychologicznych. Ale mimo to zainteresowania te wśród fizyków istnieją. I jest rzeczą charakterystyczną, że najpotężniejsi twórcy oblicza fizyki współczesnej, jak Niels Bohr lub Erwin Schrödinger, poświęcają im wiele uwagi.

N. Bohra bezsprzecznie należy uważać nie tylko za najwybitniejszego z żyjących dziś fizyków*, ale nawet za najwybitniejszego fizyka obecnego stulecia. Jest on bowiem twórcą kwantowej fizyki atomów, będącej początkiem fantastycznego wprost rozwoju fizyki dnia dzisiejszego. Teza N. Bohra jest twierdzenie, że jedyną możliwością pogodzenia praw fizyki z pojęciami przydatnymi do opisywania zjawisk życiowych jest przebadanie zasadniczej różnicy warunków obserwacji zjawisk życiowych i fizycznych (p. N. Bohr, *Atomic Physics and Human Knowledge*, John

* W czasie gdy już nadesłano maszynopis niniejszego artykułu do Redakcji Kosmosu A, zmarł prof. Niels Bohr dnia 18 listopada 1962 r.

Wiley & Sons, New York 1958). Bohr twierdzi np., że każde urządzenie doświadczalne, przy pomocy którego można by badać zachowywanie się atomów żyjącego organizmu, wyklucza możliwość utrzymania przy życiu danego organizmu, jeżeli badania chcemy przeprowadzać w tym zakresie, który stosujemy w podstawowych doświadczeniach w fizyce atomowej.

Bohr nie waha się rozszerzać swoich zainteresowań na zjawiska psychiczne. Twierdzi na przykład, że „myśli” i „uczucia” są własnościami komplementarnymi naszego umysłu. W fizyce kwantowej nazywamy bowiem tak dwie własności pewnego zjawiska, gdy występowanie jednej uniemożliwia pojawianie się drugiej, tak że się więc obie wzajemnie wykluczają i zarazem uzupełniają. Którą z tych obu własności obserwujemy, zależy przy tym od urządzeń doświadczalnych, za pomocą których badamy dane zjawisko. Światło zachowuje się np. w doświadczeniach interferencyjnych jak fale, przy badaniu zjawiska fotoelektrycznego lub zjawiska Comptona jak korpuskuły. Możemy więc uważać, że własności falowe i korpuskularne wykluczają i uzupełniają się wzajemnie, są więc komplementarne. Zresztą komplementarność „myśli” i „uczuć” uznaje w całej pełni ustawodawstwo sądowe, uzależnia ono bowiem wysokość kary od tego, czy zbrodnia została wykonana z premedytacją czy też w afekcie.

Dążeniem E. Schroedingera jest natomiast wykazanie, że przedziwne prawa genetyki możemy w ogólnych zarysach zrozumieć zakładając, że w żywej komórce chromosomami i ich genami rządzą prawa nowszej teorii kwantów, którą Schroedinger odkrył w postaci tak zwanej mechaniki falowej. Poglądy swoje na zagadnienia genetyki przedstawił Schroedinger w fascynująco wprost napisanej popularnej książeczce *What is Life* (Cambridge University Press 1948), o której genetyk tej miary, co J. B. S. Haldane, twierdzi, że począwszy ją czytać nie można jej odłożyć, nie przeczytawszy jej do końca. Jako na hipotezie roboczej opiera Schroedinger swoje rozważania na modelu fizyka niemieckiego Maxa Delbruecka. Fizyk ten zakłada, że geny, a może nawet chromosomy możemy uważać za nieperiodyczne ciała stałe, w odróżnieniu od periodycznych ciał stałych, czyli kryształów. Na tej podstawie dyskutuje Schroedinger przede wszystkim powstawanie mutacji.

Ale Schroedingera interesują także aspekty zjawisk życiowych, do których zrozumienia nie musimy używać teorii kwantów. W żyjącym organizmie, jako układzie termodynamicznym, musiałyby rosnąć nieustannie entropia, jeżeli byłby on układem odosobnionym, tzn. nie istniałoby oddziaływanie z jego otoczeniem. Entropia rosłaby wówczas do pewnego maksimum, a w tym stanie ustałyby wszelkie procesy fizyczne i chemiczne, czyli nastąpiłaby śmierć danego organizmu. Ale entropia, będąca według znanej interpretacji statystycznej Boltzmana miarą nieładu atomistycznego, rośnie z biegiem czasu również w nieodosobnionym organizmie żywym. Powstaje więc pytanie, w jaki sposób organizmy żyjące pozbywają się stale rosnącej entropii? Według Schroedingera pokarm zawiera nie tylko energię potrzebną organizmowi do życia, ale również ujemną entropię, kompensującą nieustanny przyrost entropii organizmu.

Od ukazania się pierwszych prac M. Delbruecka zastosowania nowszej teorii kwantów do zjawisk życiowych coraz bardziej się upowszechniają i konkretyzują. Do makrodrobin proteinowych lub DNA stosuje

się obecnie teorie kwantowe, pierwotnie stworzone dla wyjaśnienia budowy i własności drobin małych lub nawet półprzewodników. W ten sposób można starać się zrozumieć zmiany genetyczne wywoływane przez różne promieniowania fizyczne lub związki chemiczne, powodujące mutacje lub zmiany onkologiczne. Badania te mają ważne znaczenie praktyczne, gdyż ich wyniki mogą służyć jako drogowskazy np. przy poszukiwaniu leków chemicznych lub metod fizycznych do leczenia raka (por. np. T. A. Hoffmann and J. Ladik, *A possible correlation between the effects of some carcinogenic agents and the electronic structure of DNA*, Cancer Research, 21, 474, 1961).

Oczywiście można twierdzić, że mniej lub więcej podobne badania przeprowadza obecnie „kwantowy” fizyko-chemik. Ale z punktu widzenia M. Smoluchowskiego należy zaznaczyć, że cele, które przyświecają chemii fizycznej i biofizyce, różnią się zasadniczo. Fizyko-chemik, lub może lepiej powiedziawszy chemo-fizyk, ma na te zagadnienia spojrzenie nieco ogólniejsze. On szuka praw, które mógłby stosować do całych grup ciał chemicznych i ich reakcji. On nie skoncentrowałby swoich badań na tak skomplikowanych i na tak specjalnych drobinach, jak proteiny lub DNA, które w żywej komórce odgrywają rolę pierwszoplanową.

Wachlarz naukowych zagadnień biofizycznych jest jednak o wiele bardziej różnorodny, niż mogłoby się zdawać z powyższych rozważań. Aby zapoznać się np. z zagadnieniami, którymi obecnie interesują się biofizycy, wystarczy przyjrzeć się bliżej opublikowanemu w 1959 r. w *Reviews of Modern Physics* pod tytułem *Biophysical Science — A Study Program* zbiorowi wykładów wygłoszonych w ciągu jednego miesiąca w 1958 r. na konferencji biofizycznej w Boulder (Colorado). Zbiór ten zawiera 61 artykułów przeglądowych na 568 stronach dużego formatu. Materiał zebrany w tej publikacji, która wydana została także w postaci książki (nakładem firmy John Wiley and Sons, Inc., New York), jest bardzo bogaty. Artykuły odnoszą się bowiem do następujących tematów: Biologia komórki — Fizyczne i chemiczne cechy charakterystyczne makrodrobin — Przekazywanie energii i syntezy biochemiczne — Genetyka i powtórne wytwarzanie protein i kwasów nukleinowych — Biologiczne skutki promieniowania — Budowa i funkcje drobin — Tkanka łączna i mięśnie — Nerwy — Czuciowy odbiór i przetwarzanie sygnału — Właściwości chemicznej regulacji układów biologicznych.

Artykuły powyższego zbioru są napisane przeważnie dość przystępnie dla fizyka nie obznajmionego z zagadnieniami biologii. Podczas przeglądania ich rzuca się jednak w oczy fakt, że posługują się one raczej tylko wynikami fizyki teoretycznej a nie używają jej metod do badania zjawisk życiowych. Należy to chyba tłumaczyć udziałem w konferencji nie tylko fizyków, ale także i biologów niedostatecznie przygotowanych do tego rodzaju rozważań. W innych publikacjach biofizycznych, jak np. w powyżej wspomnianej pracy Hoffmanna i Ladika, spotykamy się bowiem również z zastosowaniem metod badawczych fizyki teoretycznej.

Jeżeli fizycy chcą osiągnąć, aby fizyka objęła swoim zasięgiem także zjawiska życiowe, muszą oczywiście zajmować się tymi zjawiskami. Właściwym forum spotkań z biologią jest dla fizyka właśnie biofizyka, bo — jak podaje to wstęp do powyżej omawianej publikacji — przedstawia ona zagadnienia biologiczne widziane przez okulary fizyka i ba-

dane przy pomocy teorii i metod fizyki. Oczywiście biofizyki nie możemy uważać już obecnie za dział fizyki przyszłości, ale zajmowanie się biofizyką przez fizyków powinno kiedyś doprowadzić do powyżej wytyczonego celu.

Niestety mamy w Polsce właściwie tylko jeden ośrodek badań biofizycznych, skupiający się w Warszawie wokół prof. D. Shugara. Poza tym prowadzone są badania biofizyczne w Krakowie przez niektórych współpracowników katedry biochemii prof. B. Skarżyńskiego, interesującego się bardzo żywo zagadnieniami biofizyki. A właściwie już ze względu na harmonijny rozwój różnych gałęzi nauk biologicznych każda wyższa uczelnia, w której wykłada się jakkolwiek dział tych nauk, powinna posiadać katedrę biofizyki. Również Polska Akademia Nauk powinna dążyć do powołania do życia samodzielnego instytutu badań biofizycznych.

To byłyby mniej więcej fakty, które skłoniły Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Fizycznego do podjęcia inicjatywy wzmożenia w Polsce badań biofizycznych. Aby cel ten osiągnąć, należy naszym zdaniem przede wszystkim zająć się niezwłocznie kształceniem biofizyków i to równocześnie na wszystkich szczeblach. Oczywiście, najbardziej wskazane byłoby urządzenie specjalnych studiów dla studentów i doktorantów biofizyki. Na to nas na razie z różnych względów nie stać. Musimy więc zadowolić się kształceniem najbardziej zdolnego materiału na przyszłych biofizyków, a mianowicie fizyków, ponieważ znają oni prawa i metody fizyki, które biofizyk stosuje. Należałoby więc tymczasem przynajmniej na jednym z naszych uniwersytetów utworzyć studium biofizyki dla studentów fizyki. Aby zapewnić sobie dopływ studentów, dobrze byłoby zająć się popularyzacją zadań i celów biofizyki, co czyni obecnie Kosmos A. Równocześnie konieczne jest zadbać o to, aby studenci fizyki, którzy ukończyli już studia swojego przedmiotu i interesują się biofizyką, mogli dokształcać się w kraju i następnie prowadzić tu badania biofizyczne. Potrzebne są do tego celu stypendia i etaty pomocniczych pracowników nauki. Po doktoracie trzeba by było wysyłać młodych naukowców na studia zagraniczne, aby rozszerzyć w ten sposób wachlarz tematyczny badań biofizycznych prowadzonych w kraju.

Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Fizycznego wdzięczny jest Panu prof. dr D. Shugarowi za doradztwo w sprawach biofizyki oraz Ministerstwu Szkolnictwa Wyższego, w szczególności Pani Minister E. Krassowskiej oraz Panu Ministrowi prof. dr W. Michajłowowi za życzliwe ustosunkowanie się do inicjatywy naszego Towarzystwa.

Wojciech Rubinowicz

BIOFIZYKA JAKO NIEWYEMANCYPOWANA DYSCYPLINA NAUKI

Termin biofizyka jest w rozmaity sposób definiowany, a jeszcze częściej różnie pojmowany bez podejmowania prób ujęcia w ramy specjalnych definicji. W świetle powyższych uwag wydaje się rzeczą najślusniejszą przyjąć, że biofizyka stanowi odpowiednik biochemii w zakresie zastosowań fizyki i chemii w dziedzinie nauk biologicznych. Zaznaczyć przy tym jednak wypada, że niektórzy badacze mają tendencję do zawężania — w mniejszym lub większym stopniu — tak sformu-

lowanego zakresu biofizyki przy jednoczesnym nie ograniczaniu, a nawet rozszerzaniu, zakresu biochemii.

Termin biofizyka — z racji swej złożoności, będący raczej niezgodny z duchem języka polskiego — przyjął się prawdopodobnie u nas wraz z grupą rusycyzmów pochodzenia anglikańskiego tego typu co kombajn (żniwiarka z młockarnią). Mówimy też w jednym słowie biochemia, ale już fizykochemię nazywają u nas niektórzy chemia fizyczna. Terminu chemia fizjologiczna nie próbował dotąd nikt zestawiać w jeden wyraz. W języku francuskim wszystkie te cztery terminy są dwuwyrazowe.

Pierwszym na kontynencie europejskim instytutem noszącym szyld biofizyki był Institut de Biologie Physico-chimique. Powstał on już przed ćwierć wiekiem¹ w Paryżu (gmach przy ulicy Piotra Curie) jako fundacja barona de Rotchilda. Jako naczelne zadanie Instytutu postawiono fizykochemiczną interpretację zjawisk życiowych w biologii. Instytut ten można by nazwać po polsku — przez analogię do przyjętych u nas terminów złożonych — Instytutem Biofizykochemii (powstałby wyraz jeszcze bardziej złożony). J. Butler i J. Raudall w swym podręczniku wydany w 1953 r. w Nowym Jorku (przez Illus. Academic Press. Inc.) pt.: *Progress in biophysics and biophysical chemistry* odróżniają biofizykę (biophysics) od chemii stosowanej w biofizyce, wprowadzając dla tej ostatniej termin: biophysical chemistry (chemia biofizykalna).

Jak widać, pojmowanie zakresu biofizyki bywa różne w zależności od badacza, szkoły i kraju. Nasi badacze z pracami z zakresu biofizyki zaznajamiali się zaraz po wojnie najczęściej za pośrednictwem lektury poczytnego czasopisma *Archives of Biochemistry and Biophysics*. W roku 1953, w drugim numerze czasopisma *Sprawozdań z Posiedzeń Referatów Akademii Nauk ZSRR* (Dokł. Akad. Nauk SSSR) spotykamy artykuł akademika A. I. Oparina (Dyr. Inst. Bacha) podkreślającego znaczenie biofizyki i domagającego się nadania jej właściwej rangi w nauce w Związku Radzieckim.

Znamiennym jednak zjawiskiem jest, że radziecka Biochimiya zaczęła od tego czasu coraz częściej zamieszczać na swych szpaltach prace z biofizyki — lecz bez dokonania zmiany nazwy czasopisma w sensie jej tematycznego poszerzenia — firmując tematykę biofizyczną swą dotychczasową nazwą, podobnie zresztą jak to czyni dziś i szereg innych czasopism biochemicznych świata. Fakt ten każe zastanowić się nad przyczynami traktowania w szeregu krajów biofizyki jedynie jako kopciuszka biochemii. W związku z tym nasuwa się też kwestia, czy istnieje w ogóle potrzeba wyodrębniania biofizyki i nadawania jej rangi samostnej dyscypliny naukowej?

Pierwszy prezes Polskiej Akademii Nauk prof. Jan Dembowski w swym opracowaniu pt.: *O istocie ewolucji* w niewątpliwie słuszny sposób skorelował pewne kategorie myślenia z cechami narodowymi i twierdził, że np. Niemcy mają tendencję do dostosowywania schematu doświadczeń do udowodnienia tez postawionych apriorystycznie. Uwagi te nasuwają się w związku z tematem niniejszego eseju. W środkowej Europie panuje po dziś dzień potężny wpływ niemieckiego stylu pracy w nauce chemii, w której jeszcze przed ostatnią wojną Niemcy przodo-

¹ Od kilku lat wchodzi w skład Wydziału Nauk Ścisłych (Faculté des Sciences) Uniwersytetu Paryskiego, czyli Sorbony.

wali i z ich szkół wywodzi się (lub co najmniej pod ich wpływem kształtowała się za młodu) część kierowniczych kadr badawczych naszej chemii. Stąd więc wywodzi się ów szczególny respekt dla chemii przy jednoczesnym postponowaniu fizyki. Na pracownika laboratorium przyfabrycznego z zasady mówią wszyscy, że to „chemik”, mimo że czasem pracuje on jedynie metodami fizycznymi i dokonuje jedynie określeń cech fizycznych produktu. W naszym szkolnictwie wyższym mamy wydziały chemii, lecz brak wydziałów fizyki. Na wydziałach chemii spożywczej, biologii czy medycyny wykłada się biochemię zapominając jednocześnie o istnieniu biofizyki. Tak wielki jest więc ciężar gatunkowy chemii wobec fizyki w świadomości narodu polskiego i kilku innych narodów środkowoeuropejskich.

Stan ten nie jest bynajmniej poprawny z punktu widzenia pryncypialisty, domagającego się we wszystkim logicznego uporządkowania według jakiegoś planu ideowego. Często jednak dziś pryncypializm ulega naporowi pragmatyzmu szermującego rzekomą zaletą większej życiowości polityki faktów dokonanych i posteriorycznego akceptowania układów zdających dobrze egzamin w praktyce codziennego życia. Tak też ma rzecz przedstawiać się na odcinku biofizyki, zaanektowanej niejako już *in statu nascendi* przez biochemię, która przecież w planie ideowym rozwoju nauk winna być tylko równorzędną partnerką biofizyki. Obie te dyscypliny mają swoiste metodologie pracy i odrębną tematykę, jakkolwiek można też oczywiście zauważyć pewne paralelizmy.

Istnieją trzy płaszczyzny rozpatrywania dyscypliny nauki. Chodzi tu o płaszczyznę badawczą, dydaktyczną i wdrożeniową. Każdy z tych aspektów jest niezbędny. B a d a n i a bowiem warunkują postęp w rozwoju danej dyscypliny. Drogą n a u c z a n i a danego przedmiotu zapewnia się wyszkolenie nowej kadry badaczy, a także daje niezbędne quantum wiedzy o dyscyplinie adeptom dyscyplin tematycznie z nią związanych. Wdrażaniem dla potrzeb praktyki codziennego życia — zwanym z angielskiego „extension” (termin ten jest szczególnie popularny w USA) — osiągnięć z danej dyscypliny warunkuje się spełnienie postulatu służenia nauki pożytkowi ludzkości.

Wszystkie te trzy aspekty winny być brane pod uwagę jeśli nauka biofizyki miałaby wyemancypować się u nas ze swej roli symbolicznego kopciuszka. To, że praktycznie nieograniczone jest pole do badań i że przedmiot wykładu mógłby być obszerny po scałkowaniu materiałów rozparcelowywanych dotychczas między inne dyscypliny — tego nie potrzeba dowodzić. W zakresie z a s t o s o w a ń biofizyki w praktyce nie ma też potrzeby jakiegokolwiek wyolbrzymiania. Wystarczy choćby wymienić szereg dziedzin medycyny, 18 branż przemysłu spożywczego, jak również szereg przemysłów pracujących na materiale pochodzenia biologicznego, których przerób i kontrola produkcyjna opiera się nieraz na metodach biofizycznych. Trudno tu o jakikolwiek miernik porównawczy z szeregiem innych dyscyplin nauki, których przedstawiciele muszą nieraz wszelkimi możliwymi argumentami uzasadniać pożytek ich istnienia dla gospodarki narodowej. Utkwiły mi w pamięci różne przemówienia inauguracyjne rektorów naszych uczelni technicznych, podczas których magnificencje usiłują zawsze wyczelować jak najsubtelniejszą rzeźbę tego, co katedry w minionym roku zdziałały dla potrzeb praktyki. Z drugiej strony znamy wiele cennych publikacji badaczy pracujących właściwie metodami rzemieślniczymi i dających praktyczne

wnioski, ale którzy usiłują profanować niestety harmonię normalnego tekstu niefortunnym lukrem rzekomej naukowości, będącej tu zupełnie nie na miejscu jak ów przysłowiowy „kwiat przypięty do kożucha”.

Odnosnie do biofizyki wszelkie wygięcia rodzajów cytowanych są zbyteczne i obowiązywać może tu w pełni pasteurowska zasada, że nie ma nauki stosowanej, jest tylko nauka i jej zastosowanie. Toteż bardzo dobrze się składa, że polski Instytut Biochemii i Biofizyki PAN przenosi się w 1963 r. do gmachu Instytutów Przemysłu Spożywczego (Rakowiecka 8) stając się *ipso facto* najbliższym sąsiadem tych instytutów, a jednak nie wchodząc jednocześnie w ramy wspólnego zarządu. Będzie więc można naprawdę mówić o nauce i jej zastosowaniach.

Analizując stan posiadania biofizyki w ramach Instytutu Biochemii i Biofizyki należy zauważyć, że niestety zanotować tu trzeba pewien spadek — przynajmniej w zakresie nominalnego udziału biofizyki. Podczas gdy w Informatorze Nauki Polskiej za lata 1959—1960 udział ten uwidocznił się na poziomie 25% (na cztery zakłady — jeden zakład biofizyki), to w 1962 roku wyniósł on tylko 10% (na pięć zakładów tylko jeden zakład i do tego o nowej nazwie: Zakład Biofizyki i Fizykochemii). Można mieć poważne wątpliwości, czy tak niski udział biofizyki w jedynym instytucie tego rodzaju w Polsce może zapewnić prawidłowy rozwój tej dyscypliny nauki w naszym kraju? Wydaje się, że nadszedł czas, by biofizykę ustawić prawidłowo w Polsce i pomóc jej podźwignąć się do osiągnięcia właściwej rangi. Trzeba zdecydować się, czy będziemy dalej brnąć w pragmatyzmie, czy też stać nas już na rozwiązanie pryncypialne i generalne na tym odcinku.

Kazimierz Bogdański

W SPRAWIE BIOFIZYKI

Być albo nie być biofizyki zostało już przesądzone; biofizyka weszła do rejestru współczesnych gałęzi wiedzy i znalazła tam swoje właściwe miejsce. Istnieją instytuty, katedry, pracownie biofizyki (Ameryka, Anglia, Szwecja, ZSRR i in.); zwołują się zjazdy, sympozja, konferencje poświęcone jej problemom; wydawane są podręczniki¹, czasopisma², a jednym z laureatów tegorocznej nagrody Nobla z zakresu medycyny jest profesor biofizyki londyńskiego King's College dr M. Wilkins oraz dwóch biologów J. Watson i F. Crick (biologia nuklearna). Biofizyka coraz bardziej więc przyciąga uwagę i zainteresowanie biologów i lekarzy, staje się nieodzowną w ramach studiów przyrodniczych. W Ameryce obecnie warunkiem otrzymania doktoratu np. z neurofizjologii jest konieczność zaliczenia odpowiedniego kursu rocznego z biofizyki.

Definicja biofizyki, ujęcie w pewne ramy zakresu jej problemów niewątpliwie jest trudne i na razie ma raczej zatarte kontury.

Nie jest to fizyka w ścisłym tego słowa znaczeniu, lecz jej swoiste odgałęzienie, podobnie jak geofizyka, astrofizyka — nauki, które powstały jako odrębne kierunki w zależności od specjalnych zadań; wysu-

¹ Na przykład Biophysik. Walter Beier 1962, Leipzig.

² Na przykład Biofizyka — Akad. Nauk ZSRR, Biochemica et Biophysica Acta (międzyn.)

nęły się w związku z rozwojem techniki eksperymentalnej i możliwościami coraz głębszego wglądu w specyficzne dziedziny określonej wiedzy.

Do badań istotnych, podstawowych procesów zachodzących w żywej materii wkroczyła przed półwiekiem biochemia, lecz że i tu natknęto się na zjawiska właściwe fizyce, wymagające odpowiedniej techniki eksperymentalnej, musiała powstać biofizyka.

„Biophysics is not just physics — powiedział w 1956 r. dr W. Hill (laureat Nobla) — but a sturdy and promising child of physics and biology which has set out on the same road of independence as biochemistry did 50 years ago”.

Musimy więc zdawać sobie sprawę z tego, że nauki przyrodnicze, jak biologia, medycyna, weszły obecnie w nowy okres; dotychczasowe sposoby badań, dające raczej ogólny obraz zjawisk zachodzących w żywym ustroju, stawały się niewystarczające; należało zejść w głąb do podstaw tych procesów, drażyć i szukać ich źródeł, a do tego już były niezbędne metody fizykochemiczne.

Toteż dla przyrodnika wypłynęła konieczność zdobywania zarówno głębszej wiedzy teoretycznej z zakresu biochemii i biofizyki jak i opanowania odpowiednich metod eksperymentowania.

Jest również znamienne, że zainteresowanie biofizyką dotknęło i klasycznych fizyków. Coraz częściej się spotykamy u fizyków elektroników z tendencją do szukania dróg i sposobów ujmowania zjawisk biologicznych w aspekcie kategorii fizycznych.

Otwierają się więc olbrzymie perspektywy w możliwości poznawania nieuchwytnych dotychczas tajemnic procesów życiowych, fascynujących świat nauk przyrodniczych.

Toteż dobrze się dzieje, że na łamach Kosmosu pojawiają się wypowiedzi w sprawie biochemii, chemii molekularnej, biofizyki i ich znaczenia dla przyrodników.

Jeśli bowiem nauka polska ma stać na międzynarodowym poziomie, to niewątpliwie przyrodnicy muszą mieć głębszą niż dotychczas wiedzę z zakresu nauk biofizycznych i chemicznych.

Nie przesądzam w obecnej chwili, w jakiej to ma być postaci: czy w oparciu o rozszerzone katedry, pracownie biochemiczne, czy też jako odrębne wykłady, kursy prowadzone przy wydziałach przyrodniczych, medycznych, z uwzględnieniem różnych poziomów potrzeb i różnych kierunków problemowych — w każdym bądź razie, ta sprawa musi być rozwiązana. Rozwój już istniejących instytutów naukowych — terenów pracy wysoko wykwalifikowanych specjalistów z zakresu biofizyki i biochemii powinien być stałą troską odnośnych władz naukowych. I jeszcze jedno bardzo ważne zagadnienie — stworzenie polskiego zaplecza produkcji sprzętu do badań precyzyjnych niezbędnych dla celów biofizyki.

Poruszając tu bardzo ogólnikowo sprawę biofizyki i konieczności zaznajomienia się przyrodników z jej problemami nie mogę się powstrzymać od wyrażenia pewnej obawy, zresztą dotyczącej wielu obecnie wyspecjalizowanych gałęzi wiedzy, obawy, by w dążeniu do poznawania procesów żywej materii, odbywających się już właściwie w zakresie molekularnych stosunków, przyrodnik nie zagubił w polu widzenia żywego ustroju jako całości.

Rozwój nauk przyrodniczych ma tę cechę charakterystyczną, że w miarę poznawania nowych faktów wyłaniają się nowe gałęzie nauki. Każda z nich rozwija się własnym torem, a nawet staje się nauką zamkniętą w sobie i odizolowaną od innych. Jednakże od pewnego momentu rozwojowego zaczyna ujawniać się coraz bardziej zarówno jej związek z innymi naukami przyrodniczymi, jak i potrzeba połączenia zdobyczy różnych gałęzi dla rozszerzenia i pogłębienia ogólnej wiedzy o przyrodzie.

Z obserwacji zjawisk przyrodniczych powstała fizyka, a z badań nad składnikami organizmów żywych wyłoniła się chemia organiczna, której zakres i rozwój przewyższył wkrótce naukę pokrewną — chemię nieorganiczną. Obie nauki: chemia i fizyka miały przez wiele lat własne cele i własne metody pracy. Okazało się jednak, że rozdział ten jest tylko pozorny — rozwój badań zmusił do przerzucenia pomostu, powstała chemia fizyczna i fizyka chemiczna.

W okresie rozwoju fizyki i chemii następował również — w odseparowaniu od tych nauk — rozwój biologii. Biolodzy — poza nielicznymi wyjątkami — całą swą energię wkładali w niezbędną w owym czasie systematykę i taksonomię. Z czasem doświadczenie wykazało, że zastosowanie metod chemii i fizyki do badania materiału biologicznego wyjaśnia wiele z jego istoty i własności, jak również pozwala na uzyskanie pełniejszego zrozumienia różnorodnych przejawów życia. Dało to początek nowym gałęziom nauki, określanym najczęściej mianem biochemii, biofizykochemii i biofizyki. Szczególną ich właściwością jest stosowanie do badania układów żywych teorii i metod chemicznych i fizycznych. Byłoby błędem jednak, gdyby stały się one naukami odizolowanymi od innych nauk przyrodniczych i przyjmującymi jednostronny sposób ujmowania zjawisk, jak w swoim czasie chemia i fizyka. Opóźniłoby to ich udział w rozwoju wiedzy o przyrodzie. Współczesna wiedza przyrodnicza dzieli się bowiem nie na nauki, lecz na zagadnienia, do rozwiązania których konieczne jest połączenie wyników badań z różnych dziedzin. I tak na przykład tylko dzięki powiązaniu wyników uzyskanych z badań w zakresie biochemii, biofizyki, fizjologii, histologii i patologii można było zrobić ogromny skok od morfologii mikroskopowej do ultrastruktury i organizacji cząsteczkowej organizmów żywych.

Biofizyka jest najmłodsza z nauk przyrodniczych i dlatego wiąże się z nią obecnie tak wiele nadziei w dążeniu do zrozumienia istoty życia. Można dyskutować, czy wraz z biochemią będzie ona prowadzić nas przez całą drogę aż do osiągnięcia tego celu, jednakże dopiero przyszłość może dać nam odpowiedź na to pytanie. Niemniej jednak, już dzisiaj wkład i udział biofizyki w wyjaśnianiu poszczególnych problemów wiedzy o przyrodzie żywej jest istotny i niewątpliwy. Jednym z zagadnień opracowywanych obecnie w laboratoriach biofizycznych jest badanie mechanizmu przemiany energii świetlnej w energię chemiczną w procesie fotosyntezy. Rozwiązanie tego zagadnienia będzie niewątpliwie jednym z największych sukcesów biofizyki i dostarczy brakującego ogniwa do wyjaśnienia procesu syntezy materii organicznej na koszt energii świetlnej. Podobnie zastosowanie teorii fizyki do interpretacji poznanych faktów w zakresie procesu widzenia, skurczu mięśnia, przewodnictwa nerwowego itp. pozwoli niewątpliwie na pełniejsze zrozumienie tych zjawisk.

Wydaje mi się, że obecnie podstawową techniką w badaniach biofizycznych jest najszerzej ujęta spektroskopia, od promieni podczerwonych do promieni rentgenowskich, oraz zastosowanie aparatu matematycznego do interpretacji uzyskanych wyników. Pozwala to na postulowanie stanów elektronowych składników komórki, badanie reakcji rodnikowych i ustalanie struktury makrocząsteczek. Nie można jednak mianem biofizyki określać wszystkich badań biologicznych, przeprowadzanych za pomocą aparatury fizycznej. Biofizykiem nie jest np. histolog, ani lekarz rentgenolog, jakkolwiek podstawowym narzędziem ich pracy jest mikroskop, czy aparat rentgenowski. Biofizykiem nie jest również fizyk, stosujący metody fizyczne do badania materiału biologicznego bez znajomości jego cech podstawowych. Biofizykiem będzie ten, kto opanował zarówno fizykę, jak i nauki biologiczne — jest to wykształcenie wielostronne i wymagające specjalnych uzdolnień.

W Polsce, tak jak i w wielu innych krajach biofizyka jest nauką dopiero debiutującą. Wydaje się zatem, że dziś jeszcze nie jest możliwe, ani celowe tworzenie kadry biofizyków na poziomie pierwszego stopnia naukowego, bowiem brak dla nich zapotrzebowania w gospodarce narodowej. Potrzebne jest natomiast przygotowanie grupy badaczy na wysokim poziomie do prowadzenia prac naukowych i szkolenia kadr w przyszłości — gdy zajdzie tego potrzeba. Wydaje się, że do wypełnienia tego zadania najlepiej przygotowany jest obecnie Instytut Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk.

Irena Chmielewska*

UWAGI O PROGRAMIE STUDIÓW BIOLOGII NA UNIWERSYTETACH*

Wraz z rokiem 1962 dobiegła do końca kadencja Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego. Równocześnie z Radą wymienia się skład jej zespołów doradczych. Jednym z ważniejszych zadań zespołów jest opiniowanie programów nauczania. Powstanie nowego zespołu oznacza nowy etap w pracy nad programami. Myślę więc, że jest to właściwy moment, by rozpocząć dyskusję nad dziś obowiązującym planem studiów oraz nad możliwościami zmian w jego układzie.

Sprawa nie jest bynajmniej łatwa. Zbyt dobrze pamiętamy okresy następujących po sobie szybkich i radykalnych reform, kiedy to zdarzało się, że każdy rocznik studentów szedł wedle innego programu, a nikt spośród profesorów nie zdawał sobie należycie sprawy z budowy różnorodnych obowiązujących siatek. W końcu dochodziło do tego, że jednego działu nauki wysłuchiwali studenci kilkakrotnie, podczas gdy inny gdzieś się gubił. Wiemy też, że znacznie ważniejsza od tytułu przedmiotu w spisie jest zawartość treściowa wykładu i wymagania egzaminacyjne. Jeśli wykładowcy na wydziale utrzymują między sobą należyte porozumienie, możliwe są takie adaptacje i przesunięcia, że niezależnie od spisu przedmiotów żadna istotna część biologii nie zostaje pominęta, nawet mimo braku jej w oficjalnym katalogu. Tak na przykład elementy paleontologii kręgowców mogą być wykładane jako osobny przedmiot lub też stanowić część wykładu zoologii. Cytogenetyka może znaleźć

* Artykułem prof. dr H. Szarskiego Redakcja pragnie zapoczątkować dyskusję nad programami kształcenia biologów w Uniwersytetach.

miejsce zarówno w wykładzie cytologii jak i w wykładach genetyki, ewolucjonizmu, czy nawet embriologii. Rozstrzygać w tym przypadku powinna specjalizacja naukowa poszczególnych wykładowców tak, aby słuchacze otrzymywali informacje z ust osoby najbardziej kompetentnej na wydziale. Tego rodzaju rozkład materiału wymaga jednak pewnego upływu czasu, zebrania odpowiednich doświadczeń. Wykładając przedmiot po raz pierwszy, po zupełnej przebudowie siatki, trudno się zwykle zorientować, ile czasu trzeba poświęcić na poszczególne partie materiału i jak należy wykreślać granice między pokrewnymi przedmiotami. Dla tych i wielu jeszcze innych przyczyn nie można zbyt łatwo decydować się na reformy programów.

Z drugiej jednak strony nauka nieustannie się rozwija, dzięki czemu pojawiają się nowe rozdziały w podręcznikach, dowiadujemy się wciąż o nowych faktach i teoriach, z którymi musimy zaznajomić słuchaczy, a wobec tego konieczność zmusza nas do usuwania wszystkich tych wiadomości, które dziś wydają się mniej istotne, mimo tego, że jeszcze wczoraj były może podstawą istotnych uogólnień. Oprócz zmian w strukturze samej nauki na programy studiów muszą wywierać wpływ zmiany w zapotrzebowaniu na ten lub inny typ specjalisty, wynikające np. ze zmian w organizacji szkolnictwa, z tworzenia instytutów badawczych itd. Wydaje się więc, że stała praca nad przystosowywaniem programów do bieżących potrzeb powinna iść bez przerw, gdyż tylko w ten sposób ustrzeżemy się zarówno przed skostnieniem, jak i przed zbyt nagłymi rekonstrukcjami, wywołującymi nieuniknione zamieszanie.

Układanie i omawianie siatek godzin na biologicznych kierunkach nauczania jest szczególnie trudne, dlatego że po pierwsze student biologii musi zapoznać się z naukami pomocniczymi: matematyką, fizyką, chemią, geologią etc., po drugie zaś — sama biologia rozpadła się dziś na wiele działów, zaciekle walczących o swą doniosłość. Każdy z wykładowców dostrzega, że szybko narastający nowy materiał wymaga koniecznie uwzględnienia, broni się zaś przed skreślaniem czegokolwiek ze zwyczajowo obowiązujących wiadomości. Stąd reprezentanci każdego z przedmiotów pragnęliby powiększenia przydziału godzin w siatce, z drugiej jednak strony wszyscy dostrzegają, że ogólnego wymiaru, obowiązującego studenta, nie można powiększać w nieskończoność. Nic więc dziwnego, że niewiele znajdzie się osób w pełni zadowolonych z obowiązujących programów, łatwiej znacznie o krytyków. Skoro jednak rozpoczyna się dyskusja nad projektem zmian, najczęściej okazuje się, że postulaty poszczególnych dyskutantów są z sobą sprzeczne, tak że w głosowaniach tylko bardzo nieliczne zmiany mają szansę na uzyskanie wyrażnej większości głosów.

Znalezienie płaszczyzny porozumienia jest możliwe tylko pod tym warunkiem, że przed przystąpieniem do szczegółowych rozważań zdecydować się możliwie jasno, jak ma wyglądać wiedza magistra biologii, do czego ten człowiek jest przygotowany, jaką rolę będzie spełniał w społeczeństwie.

Nie ulega chyba wątpliwości, że celem uniwersyteckich studiów biologii jest wykształcenie obejmujące w możliwie harmonijny sposób całość kształt nauk odnoszących się do istot żywych. Przypomnijmy najważniejsze argumenty za tym przemawiające. Przede wszystkim najliczniejsza grupa magistrów biologii — to przyszli nauczyciele, dla których pełne wykształcenie biologiczne jest niezbędne w zawodzie, tym bardziej, iż jest rzeczą oczywistą, że programy nauczania biologii w szkołach

będą musiały również ulegać zmianom, a zatem jedynie posiadanie solidnej wiedzy ogólnej zdoła zapewnić nauczycielowi stałe uzupełnianie wiadomości stosownie do bieżących potrzeb.

Słyszy się czasem twierdzenie, że przyszli nauczyciele, choć licznie przeważający, nie stanowią jednak najważniejszej grupy wśród studentów, tymi są bowiem przyszli pracownicy nauki, zatrudnieni w szkolnictwie wyższym i instytutach badawczych. Pomińmy tu sprawę — bardzo dyskusyjną — która grupa ma istotnie większe znaczenie społeczne, wystarczy bowiem chwila zastanowienia na dojście do wniosku, że także dla przyszłego badacza posiadanie solidnej wiedzy w zakresie całokształtu biologii jest niezbędnym warunkiem naprawdę owocnej działalności. Mówi się i pisze często o wzrastającej specjalizacji wśród badaczy. Łatwo wskazać odpowiednie przykłady. Trzeba jednak zdawać sobie sprawę z tego, że nawet pracujący razem zespół wąskich specjalistów nie może zdobyć się na takie wyniki, jakie osiągają badacze naprawdę wielostronni: genetycy, którzy opanowali biochemię, fizjologowie świadomi ekologii i stanowiska systematycznego badanych obiektów, morfologowie nie stroniący od fizjologii i biochemii itd. Tradycyjny specjalista, orientujący się wyłącznie w morfologii zewnętrznej pewnej grupy systematycznej lub w pracy jednego narządu szczura lub królika, staje się powoli anachronizmem, niezdolnym do tworzenia doniosłego postępu naukowego.

Rozwijające się na naszych oczach gałęzie biologii nie liczą się z tradycyjnymi podziałami. Współczesny genetyk musi orientować się nie tylko w dziedziczności ssaków i owadów, ale również znać dziedziczność grzybów i glonów. Dla biochemika ograniczanie wiedzy do pewnej grupy systematycznej byłoby nonsensem. Współczesny ornitolog musi być w równej mierze systematykiem jak ekologiem i etologiem itd. W przyszłości pojawiają się zapewne dalsze związki między tradycyjnymi naukami biologicznymi, powstaną również nowe działy biologii, wspierające się o dorobek rozmaitych dyscyplin dziś odrębnych. Dlatego przedwczesna specjalizacja na studiach, jeśli odbywa się kosztem ogólnego wykształcenia, jest wysoce szkodliwa. Może wprowadzić przyspieszyć przygotowanie paru ciekawszych publikacji, równocześnie jednak zawężając możliwości odbija się fatalnie na wartości przyszłego dorobku naukowego.

Nie chciałbym wywołać wrażenia, że nie doceniam konieczności specjalizacji w czasie studiów uniwersyteckich. Jednym z podstawowych zadań wykształcenia na szczeblu wyższym jest bezpośrednie zetknięcie się z twórczością naukową. Zadanie to ma spełnić praca w laboratorium i przygotowanie rozprawy magisterskiej. Tego zrobić nie można bez zdobycia dość wysokiego poziomu wiedzy w pewnym specjalnym zakresie. Tylko autentyczna znajomość pracy badawczej, oparta na osobistym doświadczeniu, może ustrzec zarówno przed zabobonną czcią nauki i jej pracowników, jako rzekomych nadludzi, jak i przed lekceważeniem wysiłków badaczy, jakże często opartym na niedocenianiu tego, że uzyskanie nawet drobnej, lecz rzetelnej i nowej informacji naukowej wymaga dużego wkładu pracy i inteligencji oraz że tworzenie rewolucyjnych syntez jest możliwe tylko w wyjątkowych przypadkach. Rola nauki w życiu współczesnych społeczeństw nieustannie i szybko rośnie. Jest więc rzeczą ogromnie ważną, aby możliwie duża liczba osób miała okazję do wyrobienia sobie własnego poglądu na mechanizm tworzenia się wiedzy i na pracę badaczy.

Dochodzimy więc do wniosku, że program studiów biologicznych musi, przede wszystkim obejmować najważniejsze elementy wszystkich nauk o życiu, następnie zaś w jednej z nich doprowadzić przyszłego magistra tak daleko, by mógł on osobiście zetknąć się z warsztatem pracy naukowej. Jeśli z tego punktu widzenia rozpatrujemy obecny program studiów, dochodzimy do wniosku, że jest on w sumie dość szczęśliwym kompromisem. Można jednak wskazać na pewne szczegóły, które mogłyby ulec polepszeniu lub chociaż stać się przedmiotem dyskusji.

Wydaje się przede wszystkim, że rozdział na specjalizację botaniczną i zoologiczną, który następuje obecnie po drugim roku studiów, można by przesunąć na koniec roku trzeciego. Różnice dzielące program obowiązujący botaników i zoologów w piątym i szóstym semestrze ograniczają się do pracowni. Botanicy przechodzą pracownię botaniczną, zoologowie — zoologiczną. Wydaje się rzecz jasną najbardziej wskazaną, by wszyscy studenci przeszli przez obie pracownie, oczywiście nieco skrócone. Zadanie pracowni trzeciego roku jest bardzo różnie pojmowane nie tylko na różnych uniwersytetach, ale nawet przez rozmaitych profesorów. Sądzę, że pracownia ta powinna przede wszystkim nauczyć słuchaczy podstawowych metod prowadzenia obserwacji biologicznych, np. sporządzania preparatów, przygotowywania doświadczeń i demonstracji itd. Trudno znaleźć uzasadnienie dla stanu obecnego, w którym jedna część młodzieży styka się wyłącznie z metodami nauk zoologicznych, a druga tylko z metodami botaniki. W rezultacie obie grupy są niedokształcone. Podział na dwie różne pracownie byłby uzasadniony tylko wówczas, gdyby zadanie pracowni upatrywać we wprowadzeniu do przyszłej pracy badawczej. Z tym jednak można i trzeba poczekać do początku siódmego semestru. W czasie czwartego roku studiów jest dość czasu na specjalizację, która wystarczy na przygotowanie pracy magisterskiej w okresie nadchodzącego sezonu wegetacyjnego i w ostatnim roku nauki. Opóźniając podział zyskalibyśmy znacznie pełniejsze wykształcenie naszych absolwentów.

Inne problemy łączą się z zagadnieniem nauki o człowieku. Obecnie obowiązujący studiujących biologię wykłady anatomii człowieka i antropologii, przedmiotów wyraźnie morfologicznych. Oprócz tego nieco informacji o *Homo sapiens* znajduje się oczywiście w wykładach ewolucjonizmu, fizjologii, embriologii itd. Wydaje się jednak, że przedmiot „anatomia człowieka” lepiej skasować, a na jego miejsce wprowadzić przedmiot o szerszym tytule i obszerniejszym wymiarze godzin, np. „biologia człowieka”, który obejmowałby nie tylko morfologię, ale również fizjologię, podstawy higieny, a nawet patologii i leczenia. Wiąże się to z zadaniami, jakie winny stanąć przed szkołą podstawową i średnią.

Znajomość działania organizmu ludzkiego jest wśród naszego społeczeństwa bardzo nikła, nawet wśród warstw z wykształceniem średnim i wyższym. Działalność lekarzy i służby zdrowia nie może być owocna, jeśli opiera się na wymaganii od ludzi stosowania się do przepisów higieny i leczenia na ślepo, jak do magicznych formulek. Człowiek współczesny chce wiedzieć, czemu jedne leki podaje się doustnie, inne domięśniowo, jeszcze inne dożylnie, a są wreszcie i takie, które można podawać w dowolny sposób. Czemu w niektórych chorobach stosuje się zwalczanie gorączki, a w innych się ją wywołuje. Na czym polega odporność na choroby zakaźne, jak działają antybiotyki itd. Tego wszystkiego powinna uczyć zarówno szkoła podstawowa, jak w szerszym zakresie

i bardziej szczegółowo szkoła średnia. Nie sądzę, by przedmiot ten w szkołach powinni prowadzić lekarze. Nie mają oni zwykle ani czasu, ani zamiłowania i przygotowania pedagogicznego. To pole działania dla biologów. Niestety nasi dyplomanci dziś nie zdołaliby tego materiału przedstawić. W wykładach anatomii człowieka zapoznali się oni dość dokładnie z układem mięśniowym, uczą się przebiegu poszczególnych gałęzi nerwów mózgowych, byłoby jednak lepiej, aby kosztem morfologii rozszerzyli swą wiedzę o funkcjonowaniu ciała ludzkiego w zdrowiu i chorobie. Sądzę, że tutaj, a nie w zasadach produkcji rolnej znajduje się najważniejsza droga do związania wiedzy biologicznej z potrzebami codziennego życia. Ilość osób zatrudnionych w rolnictwie spada i musi dalej spadać, jednak każdy człowiek będzie chorował, przechodził szczeniępion ochronne, będzie się leczył, będzie połykał witaminy i pastylki od bólu głowy. Sposoby leczenia i przepisy higieny komplikują się i będą się dalej komplikować. Zadaniem szkół średnich różnych stopni jest rozpowszechnianie wiadomości o organizmie ludzkim, zaś wypełnienie tego zadania będzie wówczas możliwe, gdy zostaną do niego przygotowani nauczyciele biologii.

Realizacja tego postulatu natrafi zapewne na trudności. Na uniwersytetach nie ma w obecnej chwili osób przygotowanych do objęcia tak pomyślanego przedmiotu. Konieczna będzie pomoc lekarzy, w przyszłości będzie może trzeba kreować specjalne zakłady naukowe lub katedry. Trudności te nie mogą jednak hamować prób wypełnienia poważnego zadania społecznego, stojącego przed biologami.

W końcu sprawa ostatnia: programy przedmiotów pomocniczych. Młodzież studiująca biologię poświęca dziś bardzo wiele czasu — może zbyt wiele — na przedmioty matematyczno-chemiczne, ze szkodą dla studiów kierunkowych. Czy nie dałoby się coś zaoszczędzić? Jest oczywiście rzeczą wykluczoną obniżenie poziomu wymagań w tym zakresie. Współczesny biolog musi znać zasady fizyki, chemii, matematyki itd. by mógł zrozumieć swój własny przedmiot. Istnieje jednak droga wyjścia, co prawda nie przynosząca doraźnej poprawy oraz wymagająca czasu, niemniej jednak godna rozważenia. Przykładem mogłyby być w tym przypadku przepisy obowiązujące na uniwersytetach angielskich.

W Anglii studia biologii trwają tylko trzy lata, lecz poziom absolwentów nie jest chyba niższy od naszego. Rozwiązanie zagadki polega na tym, że wykształcenie w zakresie matematyki, fizyki i chemii musi student przynieść ze szkoły średniej. Aby się dostać na studia biologiczne, trzeba wykazać się wysokimi notami z tych przedmiotów na egzaminie będącym odpowiednikiem naszej matury. Dzięki temu na uniwersytetach przechodzi się bez wstępów do biochemii i biometrii, nie tracąc czasu na powtarzanie materiału podstawowego.

Sądzę, że i u nas podobne postępowanie jest w przyszłości możliwe, a nawet konieczne. Dziś niestety zdarza się, że na egzaminie wstępnym kandydaci na studia wykazują nieznaną podstaw chemii. Gdyby jednak przeprowadzić konsekwentnie bardzo proste założenia — wymagać na egzaminie wstępnym rzetelnej znajomości chemii i fizyki w zakresie programu szkoły średniej, wówczas można by znacznie ograniczyć wymiar godzin przeznaczonych na te przedmioty na uniwersytecie.

Nie musimy nawet szukać przykładu za granicą. Wszak w ten sposób postępują polskie politechniki, wymagając na egzaminie wstępnym znajomości szkolnego programu matematyki. Niestety wprowadzenie po-

dobnej praktyki dziś jest niemożliwe z dość paradoksalnej przyczyny. Program chemii w szkole średniej jest na to zbyt szczegółowy i zbyt obszerny. Egzaminy wstępne dowodzą, że młodzież przychodząca na studia wyższe posiada nieraz dość dużo wiadomości szczegółowych, przy słabym opanowaniu podstaw. Zdarza się, że kandydat wykazujący niezłe przygotowanie z biologii i wiele wiadomości z chemii potyka się na wyjaśnieniu zasad równania chemicznego lub „zapomina” wzoru kwasu azotowego. Dowodzi to, że nauczanie chemii w szkole często nie spełnia swego zadania. Trzeba to jednak uznać za anomalię, której musimy położyć kres. Wiąże się to z zagadnieniem ogólnego przeładowania programów szkół średnich, o czym nie możemy w tym miejscu dyskutować.

Kończąc, chcę zaznaczyć, że świadomie pomiąłem wiele rozmaitych projektów zmian, które nie są najpilniejsze lub z którymi się nie zgadzam. Pomiąłem również wiele drobnych zagadnień, które może rozwiązać ustna dyskusja. Chodziło mi przede wszystkim o poruszenie zasadniczego kierunku i celowości ewentualnej reformy studiów.

Henryk Szarski

KSIĄŻKA O ŻYCIU ŻABY TRAWNEJ*

Książka znanego herpetologa angielskiego, którą pragnę omówić, nie zgadza się pod względem treści i układu z żadną z grup, na które zwykliśmy klasyfikować publikacje naukowe. Nie jest to ani dziełko popularyzatora, ani monografia oparta o wyczerpujący przegląd literatury, ani sprawozdanie z obserwacji, ani podręcznik, zawiera natomiast elementy spotykane we wszystkich tych kategoriach. R. M. Savage, świadomy, że dzieło w swym układzie jest sprzeczne z utartymi konwencjami, pisze w przedmowie: „Autorzy zwykle wyjaśniają na wstępie dla jakiej grupy czytelników książka została napisana. Krytycy czasem nietaktownie rozważają, jaki był cel pracy autora. Mogę to bardzo prosto wyjaśnić — pisałem książkę dla własnej satysfakcji”.

Zerwanie z wzorami dało w tym przypadku wyniki znakomite, zainteresowany laik przeczyta książkę z prawdziwą przyjemnością, a fachowiec dowie się z niej na pewno wielu rzeczy sobie nieznanych. R. M. Savage nie jest zawodowym zoologiem, obserwacje płazów, które prowadzi od lat trzydziestu, traktuje jako rozrywkę, pomimo że poświęca im masę czasu i wysiłku. Świadczą o tym rozsiane w różnych miejscach informacje metodyczne: obserwując przebieg pory godowej w naturze autor przez wiele tygodni spędzał po parę godzin nocnych na obserwacjach terenowych; prowadząc badania w akwarium rozpoczynał dyżury o czwartej nad ranem; nie skąpił też wysiłku na interpretację obserwacji, statystyczne opracowywanie materiału zmusiło go — jak pisze — do spędzenia wielu miesięcy przy arytymetrze. Trudno wiedzieć, czy R. M. Savage poświęca cały swój czas herpetologii, czy ma też jakieś obowiązki zawodowe. Skrót F.R.I.C. umieszczony na karcie tytułowej za jego nazwiskiem dowodzi, że jest członkiem królewskiego instytutu chemii, posiada więc wykształcenie chemiczne, czego daje również dowody w tekście książki.

Warto przytoczyć niektóre informacje zawarte w książce. Rozdział pierwszy poświęcony jest skrzekowi i młodym kijankom. R. M. Savage podkreśla niezwykle właściwości galaretowatej osłonki jaj. Okazuje się, że zawiera ona tylko 1% suchej masy, z czego większą część stanowią sole mineralne pobrane z otaczającej wody. Tylko 0,3% stanowi białko tworzące galaretkę. Mimo tak niewielkiej zawartości ciał organicznych osłonka jajowa sprawnie hamuje prądy konwekcyjne wody, a przez to pozwala na magazynowanie przez jaja ciepła wytworzonego przez padające promienie słoneczne. Pomiary temperatury przeprowadzone w naturze dowiodły, że jeszcze o świcie po wielu godzinach nocy temperatura jaj przewyższa temperaturę otaczającej wody o średnio $0,63^{\circ}\text{C}$. Różnica może wydawać się niewielka, ma jednak zapewne duże znaczenie dla przyspieszenia rozwoju, a jeszcze większe dla ustrzeżenia jaj przed uszkodzeniem przez ewentualne przymrozki nocne. Dalsza ważna, a zwykle niedostrzegana cecha skrzeku złożonego w naturze, to fakt, że kuliste osłonki jaj stykają się z sobą tylko w niektórych punktach, dzięki czemu kłęb galarety zawiera skomplikowany system kanałów, którymi może poruszać się woda pod działaniem różnic temperatury. Dlatego to zapewne w naturze

* R. Maxwell Savage, 1961, *The ecology and life history of the common frog*. Pitman and Sons, London, Str. VIII+221.

rzadko spotyka się zarodki zabite przez brak tlenu, co często trafia się w akwariach dzięki temu, że nieraz jaja pozostają w temperaturze pokojowej, a różne przyczyny hamują krążenie wody wewnątrz kłębow skrzeku.

Interesujące badania przeprowadził Savage nad tworzeniem się osłonek. Jak wiadomo, możemy w nich wyróżnić dwie warstwy, wewnętrzną i zewnętrzną. Warstwa wewnętrzna, przed napęcznieniem mająca około 0,3 mm grubości, powstaje w kranialnym odcinku jajowodu, a mechanizm jej tworzenia wykazuje ogromne podobieństwo do mechanizmu krzepnięcia krwi. Stwierdzono w nim między innymi obecność tromboplastyny. R. M. Savage podkreśla, że trudno dokładnie powiedzieć, jak daleko sięga to podobieństwo. Krzepnięciu krwi poświęcono niezliczoną ilość publikacji; nie można się oczywiście spodziewać, aby tworzenie się wewnętrznej otoczki jajowej u żaby zostało równie dokładnie przebadane w najbliższej przyszłości, choć, być może, właśnie badania tego rodzaju mogłyby wyjaśnić jakieś zagadki w tworzeniu się skrzepu.

Jaja leżące w kaudalnych odcinkach jajowodu, okryte już osłonką wewnętrzną, poruszają się swobodnie w lepkim roztworze białka, którym są otoczone. Jeśli je przenieść z jajowodu do płynu fizjologicznego białkowa otoczka nie ulega zmianom, a jaja można dalej swobodnie przesuwać. Jeśli natomiast jaja takie zetkną się z wodą słodką, która usunie solę mineralne, roztwór białka ulegnie natychmiastowemu wytrąceniu, stanie się lepka galareta, tworzącą wokół każdego jaja jego osłonkę zewnętrzną, powodującą sklejanie się skrzeku w kłęby i przywieranie do podłoża, z którym się zetknął w chwili denaturacji. W końcu dość powoli biegnący proces pęcznienia osłonek w wodzie nadaje osłonkom definitywny wygląd. Tak więc galaretka okrywająca jaja żaby powstaje w trzech odrębnych etapach: krzepnięcie otoczki wewnętrznej, wytrącanie się osłonki zewnętrznej i w końcu pęcznienie obu osłonek w wodzie słodkiej.

Zagadnieniem, interesującym Savage'a od jego pierwszych badań, jest problem wyboru przez żaby czasu i miejsca złożenia skrzeku. Obserwując systematycznie dość dużą grupę zbiorników wodnych, niedaleko miejsca swego zamieszkania, R. M. Savage przekonał się, że w bardzo nielicznych stawkach skrzek trafia się corocznie, nieco większą grupę stanowią zbiorniki, w których skrzeku nigdy nie bywa, wreszcie najliczniejsze są te, w których skrzek pojawia się nieregularnie w rozmaite lata. R. M. Savage przypuszcza, że czynnikiem decydującym o wyborze przez żaby miejsca na gody jest zapach wody stawowej. Nie można streścić tutaj całego interesującego rozumowania, przytoczmy tylko niektóre argumenty. Żaby wędrują nieraz w początkach pory godowej z jednego zbiornika do drugiego, przy czym obserwacja wskazuje wyraźnie, że istnieje czynnik określający wspólny kierunek wędrówki, a nie ma mowy o chaotycznym błędzeniu. Wędrówka w kierunku wody w oparciu o gradient wilgotności nie wchodzi w rachubę, wobec wędrówki z jednego zbiornika do drugiego oraz dlatego, że wędrówka odbywa się najczęściej wówczas, gdy ziemia jest przesycona wodą, a powietrze parą wodną. Nie należy również sądzić, by żaby wędrowały po prostu w dół zboczy. Przeciwnie, autor obserwował wielokrotnie masowe wędrówki pod górę, w kierunku stawku położonego blisko szczytu pagórka. Wiemy, że u wielu gatunków amerykańskich ważnym bodźcem orientacyjnym w wędrówkach jest rechotanie samców, które pierwsze odszukały odpowiednie miejsce. R. M. Savage sądzi jednak, że głos samca żaby trawnej jest zbyt słaby na to, by mógł być sygnałem na większą odległość, poza tym masowa wędrówka odbywa się czasem w zupełnym milczeniu, poprzedzając znacznie w czasie rozpoczęcie rechotania.

Dodatkowym argumentem za hipotezą orientacji zapachowej żab jest silna i bardzo specyficzna woń wielu glonów, nieraz łatwa do odróżnienia nawet dla człowieka, oraz ogromna zależność przyszłości kijanek od pomyślnego wyboru zbiornika przez osobniki rodzicielskie. R. M. Savage dowodzi w sposób przekonany-

wający, że śmiertelność kijanek powodowana głodem nierzaz osiąga 100%, a zwykle wynosi około 99%, podczas gdy śmiertelność wśród osobników przeobrażonych nie przekracza około 30% rocznie. Wynika z tego, że wybór odpowiedniego zbiornika na złożenie skrzeku stanowi dla żaby trawnej najdonioślejszą decyzję życiową, rozstrzygającą o szansie zostawienia przez osobnika potomstwa.

W bardzo interesujący sposób omawia R. M. Savage zagadnienie terminu składania skrzeku. Trzeba pamiętać, że klimat wysp brytyjskich różni się dość znacznie od klimatu Polski. W związku z tym żaba trawna składa w Anglii skrzek w bardzo różnych terminach w rozmaitych latach, od początków stycznia do połowy kwietnia. Oczywiście nasuwa się przede wszystkim przypuszczenie, że czynnikiem decydującym jest temperatura miesięcy zimowych. Savage nie zgadza się z tą hipotezą. Opiera się on na ogromnie żmudnym przebadaniu korelacji między terminem złożenia skrzeku a przebiegiem pogody w zimie i początkach wiosny. Nie ulega wątpliwości, że ma on rację stwierdzając, że nie jeden, lecz wiele czynników gra tu rolę istotną, a mianowicie: szerokość i długość geograficzna danej okolicy, wzniesienie nad poziom morza, wysokość opadów w poszczególnych miesiącach poprzedzających złożenie skrzeku, temperatury w tych miesiącach, a wreszcie oświetlenie. Niestety nasuwają się wątpliwości, czy autor uczynił właściwie biorąc za podstawy swych obliczeń średnie miesięczne.

Savage niestety nie zna i nie cytuje ważnej pracy Juszczyka, w której wysunięto przypuszczenie, że amplitudy wahań dziennych temperatury wody wykazują wyraźniejszy wpływ na zimowanie i godowanie żaby trawnej niż inne cechy klimatu. Warto może wspomnieć, że poprzednie prace Juszczyka, odnoszące się do biologii żaby wodnej, są cytowane, jak również obszernie streszczona i komentowana jest praca Strawińskiego o unaczynieniu powierzchni oddechowych żaby wodnej.

Autor nie stara się zresztą ani o równie szczegółowe omówienie rozmaitych zagadnień z biologii żaby trawnej, ani też o kompletne wyczerpanie literatury. Bardzo nieliczne są wzmianki odnoszące się do biologii innych gatunków, chyba nigdzie nie ma prób uogólnienia wyników obserwacji jednego gatunku na całość płazów bezogonowych. Savage świadomie ogranicza się tylko do tego, co jemu wydaje się najbardziej interesujące. Mimo tego, lub może właśnie dlatego, książka jest znakomita. Szczególnym wdziękiem jest oczarowanie autora przez urok pracy naukowej w dziedzinie zoologii. W wielu miejscach namawia on czytelnika do samodzielnego prowadzenia badań i do ogłaszania drukiem wyników, informuje o metodach pracy, o sposobach poszukiwania literatury, o procedurze w ogłaszaniu wyników badań.

Liczba zawodowych pracowników nauki ciągle rośnie, a niestety wśród tej rosnącej gromady wzrastają szeregi tych, dla których praca badawcza jest tylko jednym ze sposobów zarabiania w pocie czoła na chleb codzienny. Studiowanie publikacji wychodzących spod pióra takich badaczy rzadko bywa zabawne. Książka R. M. Savage'a to tak rzadkie obecnie dzieło amatora i entuzjasty, w tym przede wszystkim leży jej urok.

Henryk Szarski

W. Bloom-Don, W. Fawcett. *A Textbook of Histology*
W. B. Saunders Company, Philadelphia—London, 1962, XIX+720.

W dostępnych dotychczas podręcznikach histologii coraz wyraźniej dawał się odczuwać całkowity brak wyników badań mikroskopii elektronowej, bądź tylko ich fragmentaryczne uwzględnianie. Tę dotkliwą lukę wypełnia z powodzeniem

książka W. Bloom i W. Fawcett *A Textbook of Histology*, wydana pod koniec 1962 r. Obecne wydanie jest już ósmym z kolei, uzupełnionym i zmienionym (poprzednio był to podręcznik Maximow—Bloom, wydany w 1930, 1934, 1938, 1942, 1948, 1952 i 1957, nie licząc czterech wydań hiszpańskich, jednego portugalskiego i jednego koreańskiego). Każde kolejne wydanie było od nowa opracowywane i uzupełniane.

Ósme wydanie odbiega znacznie od pierwszego — stąd zmiana autora. Obecne wydanie uwzględnia szeroko ostatnie osiągnięcia badań histo- i cytologicznych uzyskane przy pomocy mikroskopu elektronowego, zdobycze biochemii i biofizyki, fizjologii i biologii molekularnej. W stosunku do poprzednich wydań zmieniono wiele mikrofotografii, rycin i schematów, dodano szereg nowych zdjęć, zwłaszcza elektronogramów. Niektóre rozdziały opracowano całkowicie od nowa.

Wydaje mi się, że najcenniejszą stroną tego podręcznika jest bardzo obszerne uwzględnienie wyników badań cytologicznych uzyskanych przy pomocy mikroskopu elektronowego — co znacznie poszerzyło jego zakres i bardzo go unowocześniło. Pozwala to korzystającym z podręcznika zapoznać się z osiągnięciami mikroskopii elektronowej w dziedzinie biologii i medycyny, co jest równie cenne dla tych, którzy zetknęli się już praktycznie z mikroskopią elektronową, jak i dla tych, którzy na razie jeszcze tylko teoretycznie nią się interesują.

Książka składa się z 33 rozdziałów, obszernego indeksu rzeczowego oraz spisu treści (całość zawiera 720 stron + 19 stron nienumerowanych). Po każdym rozdziale znajduje się obszerny spis literatury dotyczącej danego przedmiotu. Zwykle autorzy zalecają podstawowe opracowania podręcznikowe oraz szereg prac specjalnych, najnowszych, wyczerpujących temat.

Ogółem oprócz podręczników autorzy podają 847 pozycji literatury. W książce jest reprodukowanych 151 elektronogramów, 518 mikrofotografii oraz wiele rysunków, schematów i wykresów.

Rozdział I — Plazma i komórka, omawia zasady badań mikroskopowych (mikroskop świetlny, kontrastowofazowy, interferencyjny, polaryzacyjny, fluorescencyjny, elektronowy, z zastosowaniem światła ultrafioletowego oraz dyfrakcji promieni X). Następnie opisuje strukturę i funkcję plazmy, jądra, jąderka, wreszcie obszernie omawia typy podziału komórki. Rozdział ten jest ilustrowany 28 elektronogramami.

Rozdział II — Epitelium — omawia histogenezę, typy tkanek nabłonkowych, ich strukturę i funkcję, regenerację. Szczególnie interesujące są badania wolnej powierzchni komórek nabłonkowych przeprowadzone przy pomocy mikroskopu elektronowego.

Rozdział III — Krew, IV — Tkanka łączna, V — Tworzenie się i rozpad komórek krwi. Rozdział ten jest bogato ilustrowany schematami, doskonale ilustrującymi „ciągi rozwojowe” poszczególnych typów komórek krwi.

Rozdział VI — Chrzastka, VII — Kość, VIII — Tkanka mięsna, IX — Tkanka nerwowa. Dalsze rozdziały omawiają kolejno: układ krwionośny, limfatyczny, śledzionę, grasicę, gruczoły.

Układ dokrewny obejmuje pięć rozdziałów zajmujących się przysadką mózgową, tarczycą, gruczołami przytarczycznymi, nadnerczami i szyszynką mózgową. Rozdział XX opisuje skórę i jej wytwory.

Przewód pokarmowy opracowany jest w sześciu rozdziałach (jama ustna i związane z nią narządy, zęby, przełyk i żołądek, jelita, wątroba i przewody żółciowe, trzustka).

Wreszcie układ oddechowy, moczowy, płciowy (oddzielnie męski i żeński), gruczoły mleczne, oko, ucho. Każdy z rozdziałów ma szeroko uwzględnioną część fizjologiczną.

Należy podkreślić, że autorzy postarali się o współpracę i pomoc wielu wybitnych specjalistów, którzy opracowali poszczególne rozdziały, zapewniając książce wysoki poziom naukowy.

Jasny i prosty styl zachęca do czytania tego niezwykle ciekawego i potrzebnego podręcznika.

Ze względu na nowoczesność opracowania i wysoki poziom naukowy podręcznik ten powinien się znaleźć w każdej bibliotece przyrodniczej.

Wanda Byczkowska-Smyk

WYDAWANIE GŁOSÓW U RYB I JEGO BIOLOGICZNE ZNACZENIE*

Do niedawna większość ryb uważano za nieme. Dopiero badania z ostatnich czasów, które zreferował Hans Schneider w czasopiśmie *Die Naturwissenschaften*, wykazały, że wcale tak nie jest, lecz że znaczna ilość gatunków ryb wydaje głos. Podstawą do zajęcia się tym zagadnieniem przez szereg badaczy były obserwacje szmerów podwodnych w czasie ostatniej wojny światowej, które wielokrotnie stwierdzały, że różne odgłosy rejestrowane przez odpowiednie aparaty podsłuchowe pochodzą od ryb. Z bliższych badań okazało się, że zdolność wydawania głosu nie jest cechą charakterystyczną dla pewnych tylko grup systematycznych ryb. Zdolność ta jest szeroko rozprzestrzeniona i można ją wykazać nawet u takich gatunków, które nie wykazują wyraźnych szczegółów anatomicznych nasuwających przypuszczenie, że służą specjalnie do wydawania głosu. Ryby często powodują szmery podwodne przy szybkim zetknięciu się z dnem, przy pobieraniu pokarmu lub przy wydalaniu powietrza z pęcherza pławnego. Poza tym źródłem dźwięku mogą być ruchy części szkieletowych lub czynność specjalnych narządów dźwiękowych. Dźwięki wydawane w tak różnorodny sposób mogą mieć różne znaczenie biologiczne. Towarzystwo innym czynnościom przeważnie nie mają w życiu ryb żadnego znaczenia, natomiast dźwięki wydawane za pomocą specjalnych narządów grać mogą dużą rolę. Na podstawie tego Fish (1954) wyróżnia u ryb głosy mechaniczne i biologiczne i uważa, że tylko te ostatnie mogą być przedmiotem badań. Dotychczasowe obserwacje dotyczą głównie ryb Pacyfiku i zachodniej części północnego Atlantyku. Okazało się, że na 60 gatunków badanych w Atlantyku aż 22 gatunki wydawały głos, mimo że dotychczas uważano je za nieme. Podobne wyniki otrzymano z rybami Pacyfiku.

U ryb brak narządów głosowych podobnego typu jak u ssaków, tzn. krtani, dlatego też spotyka się u nich wielką różnorodność mechanizmów służących do wydawania głosów. Wśród nich wyróżnić można: 1) narządy stridulacyjne i 2) mechanizmy związane z pęcherzem pławnym. Narządy stridulacyjne oparte są na zasadzie wytwarzania dźwięków przez pocieranie dwóch twardych części układu szkieletowego. W mechanizmie tym mogą brać udział zęby gardzielowe, szczękowe, części płetw i inne ruchome części szkieletu.

Zęby gardzielowe znajdują się na kościach przylegających do łuków skrzelowych i w zależności od rodzaju pobieranego pokarmu mogą mieć różny kształt. Kształt ten warunkuje charakter wydawanych przy pomocy tych zębów głosów, a tym samym z rodzaju pożywienia ryby można wnioskować o rodzaju wydawanych przez nią głosów. Ryba morska *Orthopristis chrysopterus* wydaje przy pomocy zębów przełykowych głosy silne i twarde. Aparaty stridulacyjne podobnego typu wykazano u *Hypsipops rubicundus*, u 2 gatunków z rodzaju *Caranx* i u *Acanthurus*. Samice *Menticirrhus* posiadają aparaty głosowe podobnego typu, lecz nie połączone z pęcherzem pławnym jak inne ryby. Ryby z rodziny *Haemulidae* także wydają głosy przy pomocy zębów przełykowych.

Wydawanie głosów przy pomocy zębów szczękowych lub jamy gębowej znane

* Hans Schneider: *Neuere Ergebnisse der Lautforschung bei Fischen*. Die Naturwissenschaften, Jhg. 48, Heft 15, 1961, str. 513—518, 11 rycin.

jest u: *Alectis ciliaris*, *Stenotomus chrysops*, *Stephanolepis hispidus*. U jeżówek, *Diodontidae* i u samogłowa, *Mola mola* zamiast zębów do wydawania głosów służą kostne płytki na szczękach. Ponadto dźwięki pochodzenia szczękowego stwierdzono u *Balistes vetula*, *Melichthys piceus* i *Spheroides striatus*.

Mechanizmy oparte na ruchomych częściach płetw umożliwiają wydawanie dźwięków południowoamerykańskim sumom *Acanthodoras spinosissimus*, które poruszają płetwami przednimi na przemian w przód i w tył, rzadziej równocześnie. U *Balistes erythron* do wydawania głosu służą 3 ruchome kolce przedniej części płetwy grzbietowej, osadzone na podstawie kostnej połączonej z czaszką i kręgosłupem, które mogą być poruszane przy pomocy mięśni. Sörensen opisał podobne urządzenia u szeregu innych gatunków ryb. Niektóre z nich posiadają ponadto inne typowe narządy głosowe mające związek z pęcherzem pławnym i dlatego niektórzy badacze powątpiewają, czy aparaty „zatrząskowe” zawsze spełniają rolę narządów głosowych.

U koników morskich, *Hippocampus* i *Amphiprion* istnieje połączenie stawowe między czaszką i kręgosłupem, które gra rolę przy wydawaniu głosu. U *Botia* z Indii mają z tym współdziałać także kostki Webera oraz jako rezonator pęcherz pławny. Nie został poznany dotąd sposób wydawania głosu przez *Chasmodes bosquianus*. T. a Volga przypuszcza, że powstaje on dzięki prądom wody w obrębie skrzeli.

Najsprawniejsze aparaty głosowe posiadają ryby, które mogą przy pomocy mięśni bocznych tułowia lub przy pomocy specjalnych mięśni zwanych mięśniami bębenkowymi wprawiać w rytmiczne drgania gazową zawartość pęcherza pławnego. U ryby *Balistes aculeatus*, z tropikalnych wód przybrzeżnych Afryki, ruchy mięśni znajdujących się poza otworami skrzelowymi wywołują głośnie bębnienie. W miejscu tym pęcherz pławny przylega bezpośrednio do skóry, a od przodu łączy się z długą kostką, która jak dźwignia łączy obojczyk z muskulaturą boków ciała. Szybkie skurcze mięśni wprawiają dźwignię tę w ruch rytmiczny, który staje się źródłem głosu wzmocnionego przez leżący tuż obok pęcherz pławny.

U *Balistes vetula* i *Melichthys piceus* istnieje nieco inny mechanizm wydawania głosu. Ponad nasadą płetw piersiowych znajdują się miejsca pokryte dużymi łuskami, o cienkiej muskulaturze, do których przylega pęcherz pławny. W środowisku powietrznym ryby te uderzające płetwami w te właśnie miejsca wydają głosy kołatkowe. Woda tłumi nieco te głosy.

Ścisły związek aparatów głosowych z pęcherzem pławnym występuje u ryb z rodziny *Sciaenidae*, z wód tropikalnych i subtropikalnych. Niektóre gatunki mogą wydawać głosy bardzo donośne. Z gatunków śródziemnomorskich wydawanie głosu zostało zbadane dokładniej u *Corvina nigra* przez holenderskiego zoologa Dijkgraafa.

Narządy głosowe u ryb wykazują wspólne cechy budowy, które jednak u poszczególnych gatunków mogą ulegać pewnym modyfikacjom. Aparat dźwiękowy składa się przeważnie z dwóch mięśni bębenkowych, których włókna odchodzą od bocznej muskulatury ciała po obu stronach pęcherza pławnego i przyczepione są do ścięgna centralnego, przebiegającego ponad pęcherzem pławnym i łączącego mięśnie. Aparat tego typu poznano dokładniej u północnoamerykańskiego gatunku ryby *Aplodinotus grunniens*. Mięśnie bębenkowe wprawiają u niej w drgania zawartość pęcherza pławnego. Pęcherz ten u wszystkich *Sciaenidae* jest bardzo duży. U *Aplodinotus* jest on nierozczłonkowany, u *Micropogon* posiada boczne rogi, u *Sciaena* i *Pogonias* może mieć liczne uchylki, często jeszcze dalej rozdzielające się, o których roli na razie nic nie wiadomo. Tego typu narządy głosowe posiadają samce wszystkich gatunków, z wyjątkiem samców z rodzaju *Menthicirrhus*. U przedstawicieli rodzaju *Micropogon* także samica posiada narząd głosowy, który jest dobrze rozwinięty już u młodych ryb.

Dalszy stopień powiązania narządu głosowego z pęcherzem pławnym występuje u nieznaczonej ilości ryb z gatunków *Therapon theraps* i *Th. jarbua*. Mięśnie bębenkowe odchodzą od określonych okolic szkieletu, zwykle od tylnej części czaszki i przyczepione są do ściany pęcherza pławnego, który rozdzielony jest na dwie komory. Niektóre sumowate wykazują podobne urządzenie, z tym jednak, że mięśnie bębenkowe przebiegają odmiennie. Inne sumowate posiadają aparaty typu sprężynowego, który opisał już w 1857 r. Müller. Silne mięśnie, odchodzące od czaszki, przyczepione są tutaj do poprzecznych wyrostków czwartego żebra, które posiadają postać elastycznych sztabek i przyczepione są zakończeniami w kształcie płytek do pęcherza pławnego. Skurcze tych mięśni bębenkowych wprawiają w drgania ściany pęcherza pławnego powodując powstanie głosu.

W aparatach głosowych wykazujących wysoki stopień rozwoju mięśnie bębenkowe związane są całkowicie z pęcherzem pławnym. Jak wykazał Rauther (1943) pochodzą one od mięśni międzyżebrowych, które w czasie rozwoju embrionalnego rozrastają się silnie i łączą z pęcherzem pławnym. Aparaty głosowe tego typu znane są u amerykańskich ryb z rodzaju *Opsanus*, u kalifornijskiej ryby śpiewającej *Perichthys notatus* i szeregu kurków, *Triglidae* oraz u piotrosza, *Zeus faber*. Aparaty takie posiadają także inne gatunki ryb, u których wprawdzie nie opisywano dotąd wydawania głosu, jednak u których można przypuszczać, że muszą wydawać dźwięki.

U atlantyckiej ryby *Opsanus tau* pęcherz pławny ma kształt sercowaty i podzielony jest głęboką szczeliną. W poprzek rozpięta jest przepona, posiadająca w środku mały otwór zmieniający średnicę dzięki mięśniowi okrężnemu. Na ścianie zewnętrznej leżą dwa płaskie mięśnie bębenkowe. Pęcherz pławny ryby *Perichthys* ma kształt litery U, o ramionach skierowanych ku przodowi. Na zewnętrznej stronie mają one po wiązce grubych mięśni zaopatrzonej silnymi nerwami należącymi do *nervus vagus*. Od tyłu pęcherz pławny dzieli skórzasta przepona.

Pospolite w morzach europejskich kurki, *Triglidae* posiadają dobrze rozwiniętą aparaturę głosową. Mięśnie bębenkowe są u nich silnie rozwinięte i połączone razem powierzcchną, ścięgniastą płytką oraz zaopatrzone nerwami rdzeniowymi. Pęcherz pławny jest u nich stosunkowo mały i np. u *Trigla lineata* obejmuje zaledwie 1,5% objętości całego ciała. Jest on również przedzielony przeponą z otworem. U amerykańskiego rodzaju *Prionotus*, którego przedstawiciele wydają głos, pęcherz pławny składa się z dwóch podłużnych worków, połączonych z przodu. U piotrosza, *Zeus faber* do długiego, workowatego pęcherza pławnego przyczepione są mięśnie bębenkowe.

Ryby z rodziny *Macrouridae*, zamieszkujące głównie głębiny, wydają głosy dzięki temu, że ich pęcherz pławny nierozczłonkowany wyposażony jest w mięśnie bębenkowe. Już przyrodnik włoski Bonaparte zauważył w latach 1832—1841, że ryba *Coelorhynchus coelorhynchus*, należąca do tej rodziny, wydaje głos przypominający mruczenie.

W odniesieniu do fizycznych właściwości głosów wydawanych przez ryby nie wiadomo nic bliższego jeszcze do 1947 r. W szczególności nie znano ich częstotliwości i natężenia. Dopiero w ostatnich latach wiedza w tym kierunku postąpiła naprzód i udało się już odtworzyć głosy wielu ryb. Okazało się, że różnorodność narządów głosowych ryb odbija się w różnorodności ich głosów. Stosownie do różnic w budowie narządów głosowych ryb da się wyróżnić dwie grupy głosów: jedne, które powstają przy pomocy narządów stridulacyjnych i drugie, które oparte są na mechanizmach, w których współdziała pęcherz pławny. Pierwsze są głównie szmerami przypominającymi kwilenie i obejmują częstotliwości od 50 Hz do 8 kHz, głównie jednak wyższe. Głosy powstałe przy współdziale pęcherza pławnego przypominają bębnienie i obejmują częstotliwości od 50 Hz do 1,5 względnie 2 kHz.

głównie niższe. Niskość tonu jest przy tym wprost proporcjonalna do wielkości pęcherza pławnego.

Głosy ryb z rodziny *Sciaenidae*, np. *Aplodinotus grunniens*, trwają od 200 msek do 5 sek. i złożone są z kilku impulsów. Częstość impulsów waha się od 18 do 27 na sek. Wzmoczona aktywność bębenka daje głosy o trwaniu wielosekundowym. Głosy te posiadają częstotliwość od 150 do 2000 Hz, z maksimum między 250 a 400 Hz. Bliższych analiz nie przeprowadzono, gdyż ryby te schwytane nie bębnia. U innych gatunków *Sciaenidae*, np. u *Micropogon undulatus*, ze wschodnich wybrzeży Stanów Zjednoczonych, natężenie głosu jest zadziwiająco wysokie. Silny hałas, jaki w 1942 r. przeszkodził w odbieraniu szmerów statków w Zatoce Chesapeake, spowodowany został przez 300 do 400 milionów tych ryb w miesiącach letnich i wynosił 100 decybeli (dB). W normalnych czasach osiąga 70 do 80 dB. Głos pojedynczej ryby można czasem odebrać przez dwa mikrofony podwodne oddalone od siebie o 45 metrów. Według innych autorów odległość ta wynosi 6 do 7 metrów. Częstotliwość drgań głosu *Micropogon undulatus* zależy od pory roku. W maju wynosiła ona do 2500 Hz, zaś w lipcu spada do 1000 Hz. Niektórzy badacze próbują wytłumaczyć to wzrostem ciała zwierząt. Maksimum natężenia głosu tego gatunku leży przy 250 Hz, czas trwania wynosi 1/2 do 1 sekundy. Dźwięki te składają się z impulsów o częstości 7 na sekundę i powtarzają się w odstępach 3 do 7 sekund. Koncerty wokalne tych ryb trwają od wczesnych godzin wieczornych do północy i według Dobrina (1948) mają towarzyszyć poszukiwaniom pokarmu lub wzmoczonej aktywności rozrodczej.

Amerykański pstrąg *Cynoscion regalis*, żyjący przy wschodnich wybrzeżach Stanów Zjednoczonych, wydaje głos o częstotliwości od 20 do 1200 Hz, z maksimum pomiędzy 50 a 100 Hz. U gatunku *Leiostomus xanthurus* częstotliwość wydawanych dźwięków sięga od 200 do 1200 Hz, z maksimum przy 500 Hz, natomiast natężenie jest słabe, gdyż głosy te słychać tylko z odległości 1,5 metra. Przy zachodnich wybrzeżach Stanów Zjednoczonych żyje więcej przedstawicieli *Sciaenidae*, które w miesiącach letnich wydają głosy bębniące i tworzą całe chóry.

Ogromną sprawność ma posiadać aparat głosowy ryby *Plagioscion squamosissimus* z Amazonki, którego głos można słyszeć już z odległości 200 metrów, zwłaszcza gdy ryba wpadnie w zastawki. Głos jej można słyszeć w spokojne dni nawet ponad wodą. Głosy przedstawicieli *Sciaenidae* z mórz europejskich są mało znane. *Corvina nigra* wydaje głos złożony z impulsów o częstotliwości 8 na sek., *Sciaena aquila* ma rozporządzać całą gamą dźwięków.

Bardzo intensywnymi głosami mają odznaczać się ryby z rodziny *Batrachidae* żyjące na dnie i bardzo przywiązane do swego terytorium. Atlantycki gatunek *Opsanus tau* wydaje głos przypominający syrenę statku, przy czym 75% energii dźwiękowej przypada na wysokość tonu 250 Hz, reszta na dwa słabsze tony o 500 i 750 Hz. Ryba ta wydaje więc prawie czyste tony. Ich czas trwania waha się od 1/2 do 1 sek. Tony te są dość donośne, gdyż z odległości 60 cm notowano 100 dB. Dźwięk przypominający syrenę statku poprzedzają zwykle głosy nieharmoniczne, mruczące o 240 do 300 Hz. U gatunku *Opsanus beta*, żyjącego w Zatoce Meksykańskiej, głosy przypominające syrenę statku poprzedzone są również głosem mruczącym o tonie zasadniczym nieco wyższym, bo 350 Hz. TONY górne układają się jako wielokrotność tych 350 Hz i sięgają do 3850 Hz. Najsilniejszy jest ton o 1050 Hz. U innego gatunku *Opsanus* z wysp Bahama stwierdzono głosy różniące się od głosów gatunków poprzednio wspomnianych. Wynika z tego, że głosy ryb posiadają znaczenie jako cechy taksonomiczne.

Kurki, *Trigla*, z mórz europejskich znane były już w starożytności ze zdolności wydawania głosu, brak jednak nad nimi dokładnych badań. Poznano natomiast jednego z przedstawicieli ich z Nowego Świata, *Prionotus carinus*, który schwy-

tany wydaje na powierzchni mrukliwy głos trwający około 100 msek, o częstotliwości od 44 do 1,7 kHz. W okresie godowym głosy te są szczególnie intensywne. Ryby te można zmusić do wydawania głosów przez odtwarzanie sztucznych lub naturalnych głosów. Reagują one przy tym na częstotliwości od 17 do 40 Hz, natomiast przestają odpowiadać, gdy częstotliwość wynosi od 200 do 600 Hz.

Zagadnienie fizjologicznych podstaw wydawania głosów przez ryby kryje wiele nierozwiązanych zagadek. Tylko niektóre z nich zostały częściowo poznane. Packard stwierdził u nowozelandzkiej przedstawicielki okoniowatych, *Perciformes*, *Congiopodus leucopoecilus*, że potencjał ich brzęczenia i impulsy głosowe są zsynchronizowane oraz że zachodzi korelacja między głosem i potencjałem mięśni bębenkowych. Szybkość, synchronizacja i stałość impulsów wymaga specjalnego mechanizmu centralnonerwowego. Nie wiadomo jednak, czy u ryb posiadających parzyste mięśnie bębenka zawsze występuje synchronizacja.

Głosy wydawane przez ryby mogą posiadać różnorakie znaczenie biologiczne. I tu jednak dotychczasowe wiadomości nie są wystarczające i ograniczają się tylko do nielicznych gatunków. Głosy wydawane przez ryby należące do rodziny *Sciaenidae* mają w przeważającej części przypadków znaczenie socjalne. Chóry słodkowodnego gatunku z tej rodziny można słyszeć w okresie tarła. Głos wydają tylko samce dojrzałe, które w ten sposób wabią samice. Wyjątek ze *Sciaenidae* stanowi tylko *Micropogon*. Porozumiewaniu się płci między sobą służą prawdopodobnie także głosy południowoamerykańskich sumów, które można słyszeć w określonych porach roku. Podobnie jak u *Sciaenidae* i u innych rodzin ryb głos wydają głównie samce i one dokonują wyboru wśród podpływających samic. Wyjątek stanowią przedstawiciele rodziny *Cyprinidae*: *Nototropis lutrensis* i *N. venustus*, u których głos wydają samice, gdy zobaczą samca.

U innych gatunków ryb głosy nie tylko służą do wabienia drugiej płci, ale stanowią część zachowania się godowego, np. u *Trichopsis vittatus* i *Notropis ananostanus*. U *Chasmodon bosquianus* z rodziny *Blennidae* obecność samicy wyzwała zachowanie się wabiące samca, który tylko w tym okresie wydaje głos. To samo występuje, jak wykazał Tavalga w 1958—1960, u *Bathygobius soporator*. Przy odtwarzaniu głosów samca wzrasta aktywność samic i jeżeli w wodzie znajduje się wówczas samiec, szukają one jego towarzystwa lub pływają między nim a głośnikiem. Samce same gromadzą się naokoło głośnika.

U innych gatunków ryb głos może być środkiem agresji, przede wszystkim u tych, które wykazują duże przywiązanie do terytorium. U *Corvina nigra* samce, żyjące razem z samicami, odpędzają inne osobniki tego samego gatunku wydające równocześnie głos. Podobnie wydaje głos *Pomacentrus leucostictus* przy odpędzaniu innych okazów od swej kryjówki, oraz przedstawiciele rodzaju *Botia*, które trzymają się terytorium o średnicy około 1 metra. Silne głosy są prawdopodobnie groźbą i mają odstraszyć natrętów.

Głosy wydawane przez ryby mogą także służyć do obrony lub są wyrazem przestachu. Samiec ryby „śpiewającej”, *Porichthys notatus* pilnuje ikry złożonej pod kamieniami i wydaje głos, gdy mu się w tym przeszkadza. *Acanthodoras spinosissimus*, *Holocentrus ascensionis* i *Epinephelus striatus* wydają głosy w sytuacjach wymagających obrony.

U ryb żyjących w ławicach wydawane przez nie głosy mogą służyć jako sygnały rozpoznawcze. Jako przykład mogą służyć głosy piranii, *Pygocentrus piraya* lub *Therapon jarbua*.

Głosy wydawane przez ryby mogą wreszcie służyć do echolokacji, na co zwrócił uwagę już Griffin w 1955 r. Nagrał on w pobliżu Porto Rico głosy ryb

głębinowych, prawdopodobnie z rodziny *Macrouridae*. Po każdym głosie następowało echo odbite od warstwy odbijającej, podobne do echa głosów nietoperzy orientujących się w przestrzeni. U ryb głębinowych głosy mogą jednak prawdopodobnie służyć także do porozumiewania się okazów tego samego gatunku i umożliwiają odnajdywanie się ich w przypadku rozproszenia.

Roman J. Wojtusiak

NOWE MATERIAŁY DO ZNAJOMOŚCI *GIGANTOPITHECUS* *

Zagadnienie przynależności systematycznej *Gigantopithecus* dyskutowane jest już ponad 25 lat. W roku 1935 v. Koenigswald przeszukując kości kopalne sprzedawane w chińskich aptekach w Hongkong jako lekarstwo, znalazł ząb trzonowy i na jego podstawie opisał nowy gatunek *Gigantopithecus blackii* będący jego zdaniem wielką małpą. Weidenreich początkowo uważał ten gatunek za wielkiego orangutana, ale później opierając się na dwóch dalszych zębach odkrytych również przez v. Koenigswalda zmienił zdanie i podkreślał nawiązanie tej formy do człowieka, a później był nawet zdania, że *Gigantopithecus* był bezpośrednim przodkiem *Pithecantropusa* i *Sinanthropusa*. W roku 1952 v. Koenigswald opierając się już na 8 zębach uważał *Gigantopithecus* za boczną linię ewolucji *Mominae*. Do roku 1956 wszystkie znane okazy pochodziły z aptek i o ich miejscu znalezienia nie pewnego nie wiadomo. Ponieważ w aptekach chińskich zęby *Gigantopithecus* znajdowano wraz ze szczątkami fauny obejmującej m.in. wielką pandę, tapira, kopalnego słonia *Stegodon* i orangutana, która to fauna znana jest z jaskiń południowych Chin (jako tzw. fauna *Stegodon-Ailuropoda*) przeto przypuszczano, że i *Gigantopithecus* pochodzi z tego terenu i jest równoczesny z tym kompleksem faunistycznym.

Od roku 1956 Instytut Paleontologii Kręgowców i Paleoantropologii Akademii Chińskiej rozpoczął badania w prowincji Kwangsi, które przyniosły znalezienie 3 prawie kompletnych żuchw i ponad 1000 luźnych zębów *Gigantopithecus* i to znalezionych *in situ* w 3 jaskiniach okręgów Tahsin i Liucheng.

Wiek *Gigantopithecus* oceniano na ogół na środkowy plejstocen. M. Chow (1957) na podstawie obecności w towarzyszącej faunie *Mastodon* i *Chalicotheridae* przesuwając go niżej i uważa za dolnoplejstoceni lub nawet plioceni. W świetle ostatnich badań wydaje się, że *Gigantopithecus* jest starszy niż większość znalezisk kompleksu faunistycznego *Stegodon-Ailuropoda*. Niestety materiały zoologiczne z ostatnich stanowisk *Gigantopithecus* nie zostały jeszcze opracowane. W jaskiniach ze szczątkami *Gigantopithecus* nie znaleziono żadnych artefaktów.

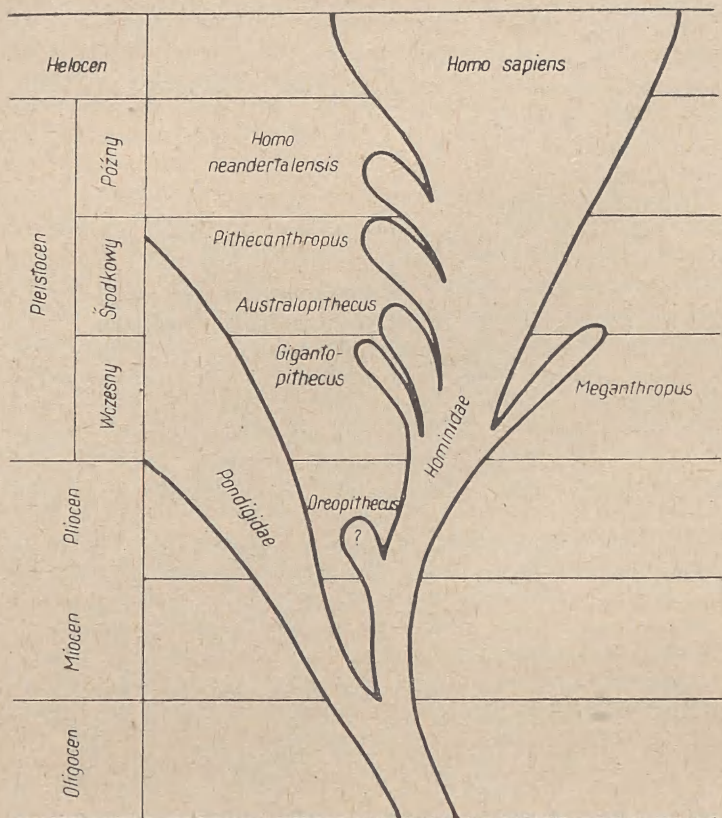
Przedmiotem omawianej pracy Woo (opublikowanej po chińsku z obszernym streszczeniem angielskim i dużym materiałem pomiarowym oraz licznymi rycinami) jest opis 3 żuchw i luźnych zębów *Gigantopithecus*. Kości czaszki ani żadnych dalszych kości szkieletu nie znaleziono.

Autor opisuje najpierw szczegółowo znalezione żuchwy, z których dwie należą do osobników dorosłych o silnie startych zębach, jedna jest młoda, o niewyróżnionych jeszcze trzecich zębach trzonowych. Różnice wielkości wskazują, że jedna żuchwa należała do samicy, dwie do samców. Sumując opis cech żuchw autor stwierdza, że: 1) żuchwy *Gigantopithecus* są większe i masywniejsze niż u jakiegokolwiek z żyjących lub kopalnych naczelnych; 2) wyraźnie zaznacza się dymorfizm płciowy; 3) poszczególne cechy wykazują bądź zbieżność z antropoidami, bądź z hominidami, bądź wreszcie są pośrednie między tymi dwoma grupami.

* Woo Ju-Kang: *The mandibles and dentition of Gigantopithecus*. *Palaeontologia Sinica*, N.S.D., No 11, 94 pp., 18 tb. Pekin, 1962.

Autor zbadał ogółem 1094 zęby, w tym 1057 luźnych, pozostałe tkwiące w opisanych wyżej zuchwach. 168 to zęby świeżo wyklute, nie starte lub starte bardzo słabo. Większość koron jest dobrze zachowana, natomiast korzenie są często zjedzone przez jeżozwierzę (*Hystrix*). Wyróżniają się wyraźnie dwie serie okazów: większe, zapewne samcze i mniejsze, samicze. Reprezentowane są wszystkie zęby i to z reguły duże serie okazów.

Siekacze są stosunkowo niewielkie, mniejsze niż u wielkich antropoidów. Kły są bardzo masywne, ale niskie, z wyraźnie zaznaczonym wewnętrznym *cingulum*. Pierwszy dolny premolar jest semisektorialny, lecz wyraźnie dwuwierchołkowy.



Rys. 1. Drzewo genealogiczne człowieka wg Woo (1962)

Drugi dolny premolar wykazuje silny stopień molaryzacji. Powierzchnia zębów trzonowych ma bardzo zaokrąglone guzki i wykazuje wyraźnie „ludzki” typ budowy. Obserwacje na młodej zuchwie *Gigantopithecus* wskazują, że kły wyrzynały się wcześniej niż trzecie zęby trzonowe.

Ogólnie biorąc zęby (poza siekaczami) są większe niż u jakiegokolwiek z naczelnych. W ich wielkości również zaznacza się silnie dymorfizm płciowy. Także i tu większość cech ma charakter pośredni pomiędzy *Pongidae* i *Hominidae*.

Jak już wielokrotnie wspomniano *Gigantopithecus* zajmuje pod wieloma względami stanowisko pośrednie między małpami a człowiekiem i istotami przedludzkimi. Tak na przykład u *Pongidae* szereg zębów zuchwy po bokach tworzy linie prawie równoległe, u *Hominidae* ma przebieg łukowaty, a u *Gigantopithecus* kontur

szeregu zębów po bokach rozchodzi się, choć nie tak silnie jak u człowieka. Dymorfizm płciowy typowy dla małp występuje tu, lecz słabiej niż u antropidów. Kły są stożkowate jak u małp, ale niskie, nieznacznie wystające nad szereg zębów.

Według cech podany przez Le Gros Clarke'a dla *Pongidae* i *Hominidae* *Gigantopithecus* zajmuje stanowisko pośrednie. Autor skłonny jest jednak zaliczyć go do *Hominidae*, przy czym uważa go za boczną gałąź w linii rozwojowej prowadzącej do człowieka. Po omówieniu stosunku *Gigantopithecus* do takich form jak *Australopithecus*, *Meganthropus* i *Oreopithecus* autor sugeruje następujący system dla form przedludzkich i człowieka:

Nadrodzina: *Hominoidea*

Rodzina: *Pongidae*

Rodzina: *Hominidae*

Podrodzina: *Prehomininae*

Rodzaj: *Australopithecus* (obejmujący też *Paranthropus* i inne)

Rodzaj: *Gigantopithecus*

Rodzaj: *Meganthropus*

Rodzaj: *Oreopithecus* (?)

Podrodzina: *Euhomininae*

Rodzaj: *Pithecanthropus* (obejmujący też *Sinanthropus*)

Rodzaj: *Homo* (*H. neandertalensis* i *H. sapiens*).

Autor konstruuje również drzewo rodowe człowieka wskazujące pozycję *Gigantopithecus* w stosunku do innych przedludzkich form kopalnych.

Autor stwierdza dalej, że wszystkie znalezione *in situ* szczątki *Gigantopithecus* pochodzą z warstw jednego wieku. Istniejące między nimi różnice dają się wytłumaczyć zmiennością płciową, wiekową i indywidualną i nie ma żadnej potrzeby wyróżnień systematycznych w obrębie gatunku *Gigantopithecus blacki*. W roku 1957 v. Koenigswald opisał kilka zębów z aptek chińskich jako *Hemanthropus peii*. Autor uważa, że jeden z tych zębów należy do *Gigantopithecus* a pozostałe do orangutana.

Masywność zębów *Gigantopithecus* pozwala przypuszczać, że i jego czaszka była bardzo masywna i prawdopodobnie opatrzona silnym grzebieniem strzałkowym. Autor ocenia, że pojemność puszeki mózgowej mogła wynosić 700—800 cm³.

Choć nie znaleziono kości szkieletu postkranialnego, to jednak zestawienie rozmiarów żuchwy i wzrostu u naczelnych wskazuje, że *Gigantopithecus* nie odznaczał się szczególnie dużym wzrostem, być może nawet był niższy od człowieka. Nic natomiast nie wskazuje, aby wielkie rozmiary zębów u tego gatunku miały być czymś patologicznym, jak to przypuszczał Zuckerman (1950).

Ilość osobników *Gigantopithecus* reprezentowana w dotychczasowych znaleziskach w jaskiniach wynosi co najmniej 88, w tym 41 samców i 47 samic. Siedem zębów mlecznych wskazuje na obecność osobników młodych, pozostałe na podstawie starcia można było podzielić na 3 grupy wieku, przy czym najliczniej reprezentowana była środkowa.

Jest rzeczą bardzo ciekawą, że u stosunkowo licznych okazów, bo u 9,8% zębów, obserwowano ślady próchnicy (*caries*). Jest to więcej niż u jakichkolwiek innych kopalnych człowiekowatych, a nawet u współczesnej populacji ludzkiej w Chinach (7,6%). Zdaniem autora usprawiedliwia to wniosek, że *Gigantopithecus* odżywiał się głównie pokarmem roślinnym ubogim w wapno i fosfor.

Jakkolwiek wnioski systematyczne autora niewątpliwie staną się przedmiotem dalszej dyskusji paleontologów i antropologów, to jednak na pewno praca jego dzięki udostępnieniu nauce nieporównanie bogatszego, niż dotychczas znany, materiału szczątków tak interesującego gatunku jak *Gigantopithecus* oznacza ważny postęp w badaniach nad pochodzeniem człowieka.

ZEGAR BIOLOGICZNY NA BIEGUNIE POŁUDNIOWYM *

Zagadnienie zegarów biologicznych pozwalających na dokładne odmierzanie czasu roślinom i zwierzętom znalazło się ostatnio w centrum zainteresowań biologów i temu tematowi poświęcone było również Sympozium Biologii Jakościowej w Cold Spring Harbor w 1960 r.

Rytm dobowy, przejawiający się w aktywności metabolizmu i aktywności zewnętrznej organizmów, który zachowuje się nawet po przeniesieniu ich do stałych warunków oświetlenia i temperatury, ma znaczenie również w orientacji przestrzennej zwierząt. Odnosi się to zarówno do orientacji słonecznej pszczoł, ptaków i innych zwierząt, jak i orientacji według gwiazd u ptaków wędrujących nocą. Wewnętrzne poczucie czasu tych zwierząt — zegar biologiczny — ma wówczas podobne zastosowanie jak dokładny chronometr w nawigacji morskiej czy lotniczej; służy do ustalania położenia i kierunku lotu. Dla organizmów żyjących w pewnej odległości od równika rytm dobowy zegarów biologicznych pozwala na ocenę daty kalendarzowej, ma więc kluczowe znaczenie dla przeżywalności wielu gatunków.

Jednym z zasadniczych pytań, na jakie starają się odpowiedzieć badacze zajmujący się zegarami biologicznymi jest, czy organizmy wzrastające w stałych warunkach otoczenia, tj. przy stałym oświetleniu, względnie stałej ciemności i stałej temperaturze, mogą otrzymywać jakieś informacje z zewnątrz dotyczące rytmiki dobowej. F. A. Brown jun. był twórcą hipotezy, że czynniki zewnętrzne, nad którymi eksperymentator nie ma kontroli, mają wpływ na wewnętrzny kompleks rytmiczny organizmów, czyli tzw. zegar biologiczny nawet w warunkach stałych. Ewentualne zachowanie rytmów dobowych u organizmów znajdujących się w przestrzeni kosmicznej, poza polem wpływu rytmiki ziemskiej nie wykluczałoby wg Browna jego hipotezy.

Ze względu na trudności w badaniu rytmiki w przestrzeni kosmicznej pracownicy Katedry Botaniki Uniwersytetu Kalifornijskiego w Los Angeles wykonali bardzo interesujące badania nad rytmiką aktywności zwierząt i roślin tzw. zegarem biologicznym na biegunie południowym. Badania prowadzone były przy współpracy National Science Foundation w ramach badań nad Antarktydą w roku 1960—1961. Przeprowadzono je w nieużywany garaż położony w odległości 800 m od bieguna południowego. Oba bieguny geograficzne są jedynymi miejscami na ziemi, gdzie wszystkie zmienności dzienne mogą być wyeliminowane. Badany organizm może być umieszczony na odpowiednio skonstruowanym stole obrotowym, który obracając się w kierunku przeciwnym obrotowi ziemi raz na 24 godziny wyeliminuje zmianę położenia słońca względem organizmu w okresie doby, jak również wszystkie inne rytmy dobowe zewnętrzne, z wyjątkiem „krążenia” bieguna magnetycznego wokół bieguna geograficznego w ciągu doby.

Do badań wybrano następujące organizmy: złotego chomika syryjskiego (*Mesocricetus auratus*), karaczana (*Periplaneta americana*), grzyba (*Neurospora crassa* 21863), muchę (*Drosophila pseudo-obscura*) i fasolę (*Phaseolus vulgaris* L., var. *Scotia*). Wszystkie organizmy przejawiają prawie dobową aktywność. U chomika i karaczana występuje dobową aktywność biegów, u *Drosophili* istnieje dobowy rytm wylęgania się jaj, grzybnia *Neurospory* wykazuje dobowy rytm wzrostu, zaś młode rośliny wykonują rytmiczne dobowe ruchy liści. Doświadczenia przeprowadzane były w stałych warunkach temperatury między 68° a 72°F.

Chmiki przewożone były w klatkach, do których dołączane było doświadczalne, ruchome koło, przykryte skrzynką z dykty. Skrzynka ta była światłoszczelna. W skrzynce zwierzęta były przewiezione z Los Angeles i w niej trzymane podczas

* K. C. Hamner, J. C. Finn jun., G. S. Sirohi, T. Hoshizaki, B. H. Carpenter: *The Biological Clock at the South Pole*. Nature, vol. 195, No 4840, 1962, str 476—480.

doświadczeń na biegunie. Każde koło doświadczalne połączone było szeregiem przekładni z mikrowyłącznikiem, który przesyłał impulsy na aparat rejestrujący. 10 obrotów koła stanowiło 1 impuls. Każda skrzynka miała wentylację, nieprzepuszczającą światła, zaopatrzona była w żywność i wodę. Na biegunie klatki były umieszczane na aluminiowych stołach obrotowych napędzanych przez synchroniczny motor i zaopatrzonych w przekładnie, pozwalające na obrót w dowolnym kierunku z szybkością 1 obrotu na 12 godzin, na jeden, dwa, cztery, sześć i osiem dni.

Naukowcy wraz z całym sprzętem i organizmami doświadczalnymi udali się z Los Angeles do Nowej Zelandii, a stamtąd dopiero do Antarktydy. Na Nowej Zelandii chomiki były wystawione na światło każdego dnia od 8 rano do 8 wieczór. Po przybyciu na Biegun, następnego dnia zwierzęta zostały umieszczone w zaciemnionych klatkach doświadczalnych, z załączoną aparaturą doświadczalną i umieszczone na stołach obrotowych. Przez pierwsze 4 dni stoły nie były uruchamiane, zwierzęta zaś w klatkach naświetlano podobnie jak w Nowej Zelandii. Wykazywały one wyraźną aktywność nocną. Po 4 dniach zwierzęta zaczęto trzymać w zupełnej ciemności oraz uruchomiono stoły obrotowe z wyjątkiem dwu kontrolnych, które pozostały nieruchome. Z pozostałych klatek 2 obracały się zgodnie ze wskazówkami zegara, tj. przeciwnie do ruchu Ziemi z szybkością 1 obrotu na 6 dni; 2 inne klatki poruszały się z taką samą szybkością w kierunku przeciwnym, tj. zgodnie z ruchem Ziemi. W ten sposób względem Słońca klatki kontrolne obracały się raz na 24 godziny, dwie klatki raz na 20 godzin i dwie raz na 28,8 godziny. Doświadczenie trwało 8 dni. Przez pierwszych 5—6 dni aktywność zwierząt była taka sama, jak przy 12-godzinny naświetlaniu w Nowej Zelandii, niezależnie od tego, czy i w jakim kierunku poruszały się stoły obrotowe umieszczone pod klatkami. Przy końcu doświadczenia niektóre ze zwierząt zaczęły mylić rytm aktywności, być może z powodu wyczerpania się pokarmu i wody.

W następnej serii doświadczeń zastosowano znów 4-dniowy rytm 12-godzinny oświetlenia, potem zaś 3 klatki umieszczono na stołach obracających się w kierunku przeciwnym do obrotu ziemi z szybkością 1 obrotu na 24 godziny, pozostałe zaś nie obracały się i służyły jako kontrolne. To doświadczenie trwało 5 dni. Również i w tym doświadczeniu nie było wpływu rotacji na rytmikę aktywności zwierząt, chociaż przez cały czas położenie zwierzęcia względem słońca nie ulegało zmianie.

Kultury *Drosophili* trzymane były w $\frac{1}{4}$ litrowych butelkach, zatkanych korkiem z waty i hodowane na standardowej pożywce. Podczas pobytu w Nowej Zelandii oraz po przybyciu do stacji na biegunie N.A.F. McMurdo, butelki zawierające dorosłe samce i samice naświetlane były po 12 godzin dziennie przez cały okres składania jaj, tj. 16 dni. Następnie kultury z jajami umieszczono w zupełnej ciemności w 4 grupach, po 6 butelek w grupie. Jedna z grup była kontrolna i nie podlegała rotacji. Z pozostałych zaś jedna obracała się przeciwnie do obrotu ziemi z szybkością 1 obr./24 godz., druga obracała się w tym samym kierunku z szybkością 1 obr./6 dni. Zaś trzecia grupa umieszczona była na stole obracającym się zgodnie z kierunkiem obrotu ziemi i szybkością 1 obr./6 dni. Wobec tego 4 grupy kultur zachowywały się względem słońca następująco: kontrolna obracała się raz na 24 godziny, pierwsza doświadczalna pozostawała nieruchomo, druga doświadczalna znajdowała się naprzeciw słońca raz na 28,8 godziny, zaś trzecia doświadczalna raz na 20 godzin. Muchy, które zaczęły wylegać się w ciemności, były co 2 godziny strzäsane do pojemników, zatrutowane eterem i liczone. Obliczenia wykazały wyraźną rytmikę aktywności wylęgów *Drosophili* niezależnie od rodzaju rotacji jakiej były poddawane.

Kultury *Neurospora* hodowane były w probówkach przykrytych korkiem z waty na odpowiedniej pożywce. Po zaszczepieniu wystawiono doświadczalne próbki

na światło na okres 48 godzin. W okresie tym grzybki wyrastały na wysokość około 1 cala w próbkach. Na każdej z próbek oznaczano granicę wzrostu grzybka, następnie wszystkie próbki podzielono na 4 grupy po 5 próbek każda i umieszczono w zaciemnionym pomieszczeniu. Jedna z grup była umieszczona na nieruchomym stole jako kontrolna, drugi stół obrotowy obracał się odwrotnie do rotacji Ziemi raz na 5 dni, trzecia grupa próbek obracała się w tym samym kierunku co druga z szybkością 1 obr./24 godz., czwarta zaś obracała się zgodnie z ruchem Ziemi raz na 6 dni.

Po 7 dniach doświadczeń zauważono 7 wyraźnych stref wzrostu, przy czym w żadnej z kultur nie było jakiegokolwiek różnicy między strefami. Tak więc dobowy rytm strefowości wzrostu zachował się u *Neurospora* na biegunie niezależnie od różnych rodzajów zastosowanych rotacji.

Nasiona fasoli zostały zasadzone do plastikowych kubków z dziurkami w dnie, na 1 cal pod powierzchnią, następnie zaś oświetlone lampami fluorescencyjnymi. Całe pole wzrostu rośliny, łącznie ze światłem fluorescencyjnym, ujęte było w worek plastikowy, by utrzymać stałą wilgotność około 60%, przy 70°F. Gdy roślina wyrosła do około 8 cali i 3-częściowy liść był już wyraźnie widoczny, przeniesiono ją do ciemni i umieszczono na stołach obrotowych. Jedne rośliny służyły jako kontrolne, inne poddane zostały obrotom zgodnym lub przeciwnym obrotowi Ziemi przy różnych prędkościach, podobnie jak to było robione w doświadczeniach z innymi organizmami. Co 20 sekund rośliny były fotografowane przy użyciu światła podczerwonego, przy użyciu automatycznego regulatora szybkości zdjęć. Film wykazuje, że rytmiczne ruchy liści zachowały się przez cały okres doświadczeń pomimo rotacji na stołach obrotowych. Filmy wykazały prócz tego, że kierunek skręcania się rośliny był również niezależny od kierunku i szybkości rotacji, jakiej została poddana i pozostał ten sam co u roślin kontrolnych. Jest to tym ciekawsze, że w literaturze sugerowano, że kierunek skrętów roślin na półkuli południowej jest przeciwny kierunkowi skręcania się roślin na półkuli północnej.

Doświadczenia z karaczanami nie dały rezultatów, ponieważ szczep wzięty do doświadczeń nie był właściwie wybrany i nie wykazywał żadnej aktywności rytmicznej.

Przystępując do doświadczeń uczeni przewidzieli trzy możliwe rezultaty:

- 1) zanik wszelkich zewnętrznych oznak aktywności rytmicznej ze względu na fakt przeprowadzania doświadczeń na biegunie,
- 2) zmianę rytmów na skutek przebywania na stole obrotowym,
- 3) niezakłócenie rytmów aktywności ani przez miejsce badań (biegun), ani przez rotację na stole obrotowym.

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń potwierdzają trzecią alternatywę. Można na podstawie tych wyników twierdzić, że zmiany dobowe zewnętrznego otoczenia nie wpływają na podstawowy mechanizm biologicznego zegara. Jedynie niewielkie dobowe zmiany pola magnetycznego na Biegunie nie dały się wyeliminować w czasie doświadczeń. Po powrocie do Los Angeles autorzy przeprowadzili dodatkowe doświadczenia nad wpływem pola magnetycznego na rytmikę dobową aktywności *Drosophili*, *Neurospory* i fasoli, jednakże mimo dość silnego pola magnetycznego ani razu rytm tych organizmów nie został zakłócony.

Jeżeli w przypadku chomika i *Drosophili* można by sądzić, że uprzednie poddanie tych organizmów rytmowi dobowemu na Nowej Zelandii tak silnie utrwaliło ich rytmikę aktywności, że stosunkowo niedługi okres doświadczeń na biegunie nie mógł jej zakłócić, to tego rozumowania nie można stosować do fasoli, która kiełkowała na Biegunie i *Neurospory*, która była przeszczepiana już na Biegunie na nowe pożywki.

Autorzy z doświadczeń swych wyciągają ogólny wniosek: chociaż jest możliwą rzeczą, by pewne zewnętrzne bodźce periodyczne mogły regulować zegar biolo-

giczny — nie są to bodźce związane z obrotem Ziemi. Czynniki geograficzne nie wydaje się wobec tego mieć regulującego wpływu na rytmikę aktywności organizmów. Doświadczenia powyższe nie przyniosły wprawdzie żadnej informacji dotyczącej natury biologicznego zegara, przyczyniły się jednak do wyświetlenia hipotezy dotyczącej regulacji zegara biologicznego.

Zofia Lenkiewicz

OBECNOŚĆ ESTRADIOLU-17 β W JAJACH HOMARA AMERYKAŃSKIEGO *HOMARUS AMERICANUS**

Od dłuższego czasu z przedstawicieli różnych typów bezkręgowców otrzymywano wyciągi, które dawały reakcję estrogenową u ssaków. W wielu jednak przypadkach identyfikacja chemiczna tych substancji była w dalszym ciągu nie znana. Hisaw i współpracownicy przez długie lata opracowywali identyfikację materiału estrogenowego otrzymanego z niższych kręgowców i bezkręgowców. Za pomocą metod jak rozdział przeciwprowodowy, chromatografia bibułowa oraz próby biologiczne, ogólnie stosowanych przy analizie hormonów estrogenowych pochodzących z kręgowców, oznaczyli oni obecność estradiolu-17 β w jajnikach ryby zwanej psem morskim (*Squalus suckleyi*) i rozgwiazdy (*Pisaster ochraceus*). Donahue wykazał obecność substancji estrogenowej w jajach homara (*Homarus americanus*), a następnie stosując analizę chromatograficzną zidentyfikował ją jako α -estradiol.

Celem danej pracy była dokładna analiza substancji estrogenowej zawartej w jajach homara (*Homarus americanus*). Po przeprowadzeniu ekstrakcji i rozdzielaniu przeciwprowodowym badał autor wyciągi przy pomocy chromatografii bibułowej oraz próbami biologicznymi. Chromatografia bibułowa była przeprowadzona w odniesieniu do standardowych substancji estronu i estradiolu. Nieznana frakcja wyciągów z jaj homara wykazywała wynik dodatni na obecność estradiolu. Po wyeluwaniu z bibuły przeprowadzono próby biologiczne tej substancji na samicach szczurów, podobnie jak substancje otrzymane z rozdziału przeciwprowodowego. Wykazywały one wzrost świeżej wagi macicy w porównaniu ze zwierzętami kontrolnymi. Dokładna standaryzacja prób biologicznych na szczurach była przeprowadzona w Laboratorium Biologicznym Harvard. Minimalna dawka estradiolu-17 β 0,025 μ g lub estronu 0,45 μ g powoduje zwiększenie macicy szczura świeżej wagi o 33% w ciągu 6 godzin. W porównaniu do świeżo zebranych jaj homara zawierają one 0,26 do 0,32 μ g swolnego estradiolu-17 β na kilogram świeżej tkanki.

Rezultaty wyraźnie wykazują obecność estradiolu-17 β w jajach homara (*Homarus americanus*) oraz całkowity brak estronu. Koncentracja substancji estrogenowej w tym materiale była bardzo niska w porównaniu z otrzymaną z tkanek ssaków, lecz od 3 do 8 razy wyższa niż wartość otrzymana z rozgwieżdż. Różnice w ilości substancji estrogenowej nieco wyższe od otrzymanych przez Donahue w jego doświadczeniach mogą być spowodowane postępowaniem przy ekstrakcji lub innym stadium rozwoju osiągniętym przez jaja przed ekstrakcją. Jaja ekstrahowane w powyższym doświadczeniu osiągnęły stadium rozwoju, w którym oczy zarodka były już widoczne przez skorupę jaja.

Stanisław Brodzicki

GENETYCZNY KOD Kwasu DEZOKSYRYBONUKLEINOWEGO **

Jakkolwiek prace doświadczalne nad rozszyfrowaniem kodu genetycznego — to znaczy nad rozwiązaniem zagadki, w jaki sposób sekwencja nukleotydów w łań-

* R. D. Lisk, *Estradiol-17 β in the eggs of the american lobster Homarus americanus*. Canad. J. of Biochem. and Physiol. 1961, vol. 39, Nr 4, 659—662.

** M. Ageno: *Deoxyribonucleic Acid Code*. Nature 195 (4845): 998—999, 1962.

cuchu kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA) jest tłumaczona i określa następstwo aminokwasów w molekuale białka — liczą sobie niespełna rok, to jednak mamy na ten temat już tyle wiadomości, że niemożliwe staje się wyczerpanie zagadnienia w kilku zdaniach. Nie pozostaje nam więc nic innego, jak w paru słowach streścić przynajmniej wnioski, do jakich dochodzi szkoła F. H. C. Cricka w swojej podstawowej pracy dotyczącej omawianego zagadnienia (Crick et al. *Nature* 192: 1227, 1961).

Za włączenie jednego aminokwasu w łańcuch polipeptydowy odpowiedzialne są trzy nukleotydy łańcucha DNA (po przekazaniu swej informacji strukturalnej na łańcuch m-RNA); tryplety nie pokrywają się i wszystkie są ważne; kod jest zwyrodniały (tzn. różne tryplety mogą określać włączenie tego samego aminokwasu); musi on być odczytywany ze ściśle określonego miejsca początkowego, gdyż inaczej traci sens (poszczególne „słowa” kodu — czyli tryplety — nie są od siebie oddzielone czymś w rodzaju przecinków).

Mario A g e n o (z Istituto Superiore di Sanità w Rzymie) przyjmując za podstawę swego rozumowania większość postulatów Cricka zakłada dalej, że komplementarne tryplety (tzn. tryplety odpowiadające sobie w obu łańcuchach DNA), takie jak TAC i ATG, są odpowiedzialne za włączenie tego samego aminokwasu. W ten sposób unika się trudności w ustaleniu, który z dwu łańcuchów DNA ma być aktualnie odczytywany.

Tablica 1

Grupa	Tryplety			
	a		b	
1	AAA		TTT	
2	AAC	CAA	TTG	GTT
3	AAG	GAA	TTC	CTT
4	AAT	TAA	TTA	ATT
5	ACA		TGT	
6	ACG	GCA	TGC	CGT
7	AGA		TCT	
8	AGC	CGA	TCG	GCT
9	AGT	TGA	TCA	ACT
10	AGG	GGA	TCC	CCT
11	ATA		TAT	
12	ATG	GTA	TAC	CAT
13	CAG	GAC	GTC	CTG
14	CGG	GGC	GCC	CCG
15	GAG		CTC	
16	GAT	TAG	CTA	ATC
17	GCG		CGC	
18	GGG		CCC	
19	GGT	TGG	CCA	ACC
20	GTG		CAC	

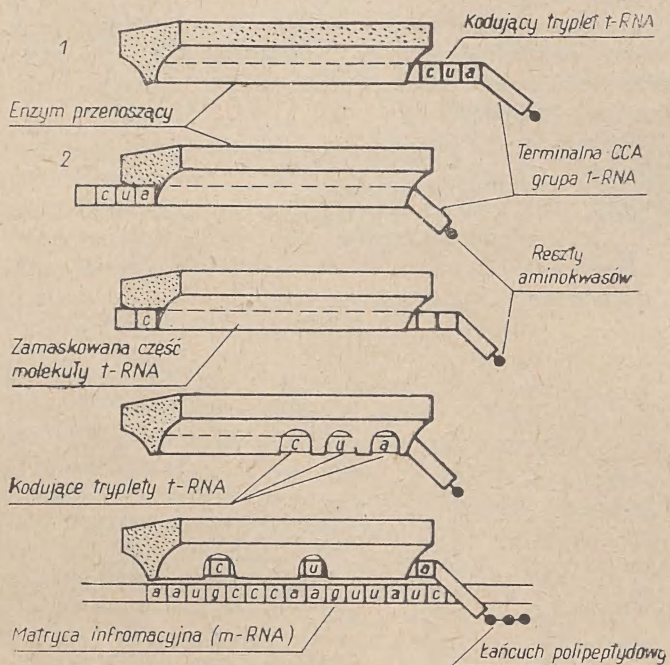
A = adenina; G = gwanina; T = tymina; C = cytozyna

Drugie założenie autora jest równie proste i, jak się wydaje, oczywiste jak pierwsze — każdy łańcuch DNA może być odczytywany od jednego końca do drugiego i z powrotem bez utraty „sensu”; w związku z tym trypletów TAC i CAT nie możemy uważać za różne, lecz identyczne.

Dzięki tym prostym postulatom 64 teoretycznie możliwe tryplety możemy podzielić dokładnie na 20 grup, jak to pokazuje tabl. 1. Każda grupa odpowiada

jednemu aminokwasowi (których, jak wiadomo, ogółem jest 20) i tryplety z jednej grupy determinują włączenie tego samego aminokwasu.

Wydaje się oczywiste, że tryplety jednej grupy w jednakowy sposób biorą udział w procesie inkorporacji danego aminokwasu, jest jednak bardzo prawdopodobne, że szybkości reakcji są różne dla różnych trypletów danej grupy tak, że w każdej grupie jeden z trypletów jest „uprzywilejowany” czynnościowo, wydawałoby się więc na pierwszy rzut oka, że kod nie jest zwyrodniały i w praktyce czynny jest tylko jeden łańcuch DNA. Można się również spodziewać, że każdy



Rys. 1. Szkic odmiennych, możliwych związków kodowania pomiędzy m-RNA matrycą i kompleksem t-RNA-aminokwas-enzym przenoszący

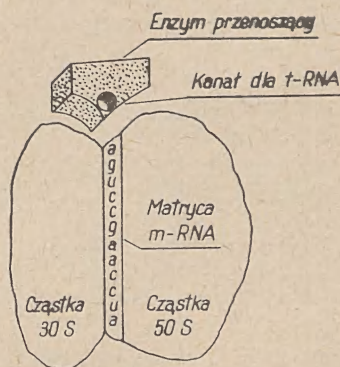
cystron najbardziej reaktywne tryplety będzie miał rozmieszczone na jednym łańcuchu, ale różne cystrony niekoniecznie muszą je mieć ułożone na tym samym łańcuchu; w związku z tym dla jednych cystronów czynny będzie jeden łańcuch DNA, zaś dla innych — drugi łańcuch.

Warto również zaznaczyć, jak to wynika z analizy tabl. 1, że poszczególna zasada purynowa lub pirymidynowa występuje w siedemnastu grupach.

Rezultaty tych teoretycznych rozważań idealnie zgadzają się z eksperymentalnymi danymi Ochoa jeśli prawdą jest, że tryplety zawierające daną zasadę, np. uracyl w przypadku RNA, charakteryzują się szczególnie wysoką reaktywnością. Ogólnie możemy przypuścić, że tryplety z dwoma lub trzema purynami (kolumna a, tabl. 1) różnią się swoją stabilnością i reaktywnością od trypletów komplementarnych, zbudowanych z dwóch lub trzech pirymidyn (kolumna b, tabl. 1). Jeżeli jest tak istotnie, to w szczególnym wypadku, gdy wszystkie cystrony — jak to ma miejsce u DNA bakteriofaga ØX174 — rozmieszczone będą na tym

samym łańcuchu, to komplementarny łańcuch będzie miał inny sumaryczny skład chemiczny; i tak jest istotnie (Sinsheimer, J. Mol. Biol. 1: 43, 1959).

To samo dotyczy także pewnych RNA-wirusów, a być może również faga alfa *Bacterium megatherium*.



Rys. 2. Schemat powiązań enzymu przenoszącego z „aktywnym” rybosomem (70 S)

Jeżeli molekułę DNA podzielimy na fragmenty o takiej długości, że każdy z nich obejmować będzie jeden cystron, to zaobserwujemy podobne nieregularności w składzie zasad azotowych obu łańcuchów.

Na potwierdzenie powyższych przypuszczeń przeprowadzono szereg doświadczeń. Omówione zostaną one w innym miejscu; tutaj należy jednak powiedzieć, że wysunięta hipoteza odnośnie natury kodu genetycznego nie przewiduje pewnych danych eksperymentalnych, uzyskanych przez Ochoa, jeżeli zostaną one powtórzone, to wtedy trzeba będzie zmienić opisaną hipotezę, gdyż założenie o identyczności trypletów TAC i ATG straci moc. A jednak trudno jest uwierzyć, że komplementarne tryplety miałyby nieść odmienną informację genetyczną; mimo to wydaje się bardziej prawdopodobne, że podane przez Ochoa wartości procentowe uracylu w molekułach RNA-trypletach świadczą raczej o czymś innym, a nie o zwyrodnieniu dopiero co opisanego mechanizmu. W każdym razie problem wymaga dalszych badań i ziarno prawdy zostanie wyłuskane przez dni przyszłe.

Po napisaniu tego artykułu autor zapoznał się pracą radzieckiego fizyka V. V. Chawchanidze (Biofizyka 3: 391, 1958), opisującą podobny typ kodu genetycznego (!).

J. S. Knypl

m-RNA — KWAS RYBONUKLEINOWY PRZENOSZĄCY INFORMACJĘ GENETYCZNĄ*

Niezliczona już dzisiaj ilość danych o decydującej roli kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA) w określaniu gatunkowej specyficzności białka syntezowanego w komórce — z jednej strony, i z drugiej strony fakt, że sam proces syntezy białka zachodzi w rybosomach — a więc poza bezpośrednim związkiem z DNA — doprowadziły do wniosku, że funkcja DNA w procesie syntezy łańcuchów polipeptydowych jest pośrednia, i pośredniczące ogniwo stanowi RNA rybosomowy, wywodzący swą strukturę bezpośrednio od chromosomu i przekazujący ją z kolei dalej, poprzez określenie sekwencji aminokwasów w cząsteczce białkowej. Ponieważ bez-

* A. S. Spirin i V. I. Smirnov: *Informacionnaya RNK*, Biofizyka 7 (4): 501—511, 1962.

spornie stwierdzono, że RNA rybosomów rzeczywiście jest produkowany w jądrach, zaś białko w rybosomach, wobec tego powszechnie przyjęty schemat przekazywania i realizacji informacji genetycznej można było ująć we wzór: „DNA — RNA — białko” lub dokładniej: „cystron — RNA rybosomów — białko”. Wynikało z tego, że każdy rybosom syntezuje specyficzne białko o określonej strukturze, zaś każdemu czynnemu cystronowi odpowiada w cytoplazmie jego specyficzny rybosom, produkujący jeden określony typ białka.

1. Niekomplementarność składu nukleotydowego DNA i RNA rybosomów

Pierwszy cios dopiero co opisanemu schematowi biosyntezy białka zadano w 1957 r., kiedy to Bielowersky i współpracownicy z Instytutu Biochemii im. A. N. Bacha w Moskwie przeprowadzili szczegółowe, porównawcze analizy składu DNA i RNA szeregu bakterii. Okazało się, że skład DNA poszczególnych mikroorganizmów jest specyficzny i bardzo różny, podczas gdy stosunki nukleotydów RNA nawet u bardzo odległych od siebie gatunków są podobne i niezbyt specyficzne. Nadmienić należy, że analizowano sumaryczny RNA komórek — ponieważ jednak RNA rybosomów stanowi 80—90% ogólnej zawartości RNA cytoplazmy, wobec tego stało się oczywiste, że kwas rybonukleinowy rybosomów nie odbija składu nukleotydowego kwasu dezoksyrybonukleinowego, w związku z czym należy powątpiewać o słuszności hipotetycznego schematu: „DNA — RNA — białko”.

2. Korelacja składu sumarycznego RNA komórki ze składem DNA

Chociaż RNA komórek bakteryjnych nie był w pełni komplementarny z DNA, to jednak ci sami autorzy wykazywali, że jednak istnieją nieduże wprowadzie, ale uchwytne i prawidłowe różnice w składzie RNA różnych mikroorganizmów jeżeli porówna się z sobą bakterie o znacznie różniących się DNA i przechodzić się będzie od gatunków z małą wielkością liczbową stosunku (gwanina + cytozyna) : (adenina + tymina) do gatunków charakteryzujących się większą wartością liczbową tego stosunku, to odpowiadające stosunki w RNA tych gatunków (gwanina + cytozyna) : (adenina + uracyl) zdradzają dość wyraźnie zaznaczoną tendencję zwykłą, choć nieporównanie niższą od takiej w DNA. Na tej podstawie wysunięto przypuszczenie, że być może pewna, stosunkowo mała frakcja RNA cytoplazmy stanowi dokładne odbicie składu DNA jądra; frakcja ta bezpośrednio zależy od DNA i syntezuje się na molekułę kwasu dezoksyrybonukleinowego, stanowiąc jej molekularne powtórzenie, replikę strukturalną. W latach 1959—1960 autorzy rozwijają tę myśl (zresztą prawie równoległe zrodzoną w pracowniach amerykańskich): „Można sądzić, że część RNA, skorelowana z DNA, stanowi wiążące ogniwo w przenoszeniu informacji dziedzicznej od DNA na inne substraty komórkowe, w szczególności na białko. Specyficzna zaś synteza większej części RNA jednak, może nie pozostawać pod bezpośrednią kontrolą DNA”.

3. „Fagowo-specyficzny” RNA = RNA komplementarny

W roku 1957 Volkin i Astrachan wykryli, że po przeniknięciu DNA faga do komórki bakteryjnej szybko pojawia się w niej frakcja RNA, żywo wiążącego P-32; wskazuje to, że w porażonej komórce zachodzi gwałtowna synteza RNA, pierwotnie jej obcego. Skład chemiczny tej frakcji znacznie odbiegał od

składu nukleotydowego normalnego RNA komórki bakteryjnej i był dokładną kopią składu DNA faga. Ten „fagowo-specyficzny” RNA znajduje się pod kontrolą DNA faga i jest prawdopodobnie pośrednikiem w syntezie specyficznego białka wirusowego.

4. Ruchliwość komplementarnego RNA

Wyżej wymienieni badacze zauważyli, że „fagowo-specyficzny” RNA jest bardzo reaktywny — szybko się syntezuje, ale i równie szybko rozpada. Spostrzeżenie to zostało potwierdzone w 1960 r. przez Yčas i Vincenta, którzy posilkując się techniką izotopową wykryli RNA o podobnych właściwościach w komórkach drożdżowych: było go stosunkowo mało, szybko się syntezował i rozpadał, składem odbiegał od składu reszty komórkowego RNA i stanowił kopię sekwencji nukleotydów w molekułe DNA. Doświadczenia te rozszerzono na inne organizmy i dziś stwierdzić możemy, że w komórkach występuje frakcja ruchliwego RNA, który jest homologiem kwasu dezoksyrybonukleinowego.

5. Otrzymanie i właściwości informacyjnego RNA = m-RNA

W roku 1961 szereg pracowni angielskich, amerykańskich i francuskich, niezależnie od siebie, opublikowało prace donoszące o wyizolowaniu frakcji ruchliwego RNA i opisujące jego właściwości. Kwas ten nazwano messenger-RNA (m-RNA, RNA informacyjny lub wysłannikowy).

Pierwszym, otrzymanym w oczyszczonej postaci, był m-RNA z komórek *Escherichia coli* zakażonych bakteriofagiem T2. Posilkując się techniką wirowania w roztworze sacharozy o liniowym gradiencie gęstości wykazano, że różni się on od RNA rybosomów i S-RNA komórek *E. coli* i jest identyczny z „fagowo-specyficznym” RNA Volkina i Astrachana. Bezspornych dowodów na to, że m-RNA przynosi informację genetyczną i bezpośrednio kieruje syntezą białka fagowego dostarczyli Brenner, Jacob i Meselson w 1961 r. Ponieważ praca tych badaczy została szczegółowo omówiona na łamach Kosmosu A (por. Kosmos 11: 57, 1962), wobec tego krótko wspomnimy tylko, że po zakażeniu fagiem w komórce bakteryjnej natychmiast ustaje synteza normalnego białka, a wszczyną się synteza białka wirusowego — i to w rybosomach, mimo że nie doszło do pojawienia się ani nowych rybosomów ani RNA rybosomowego. Aparat syntetyczny komórki pozostał bez zmian, co świadczy, że jest on niespecyficzny, i dany rybosom może syntezować białka różnego rodzaju i o tym, jakiego rodzaju jest białko aktualnie produkowane decyduje „zawiaodawca”, czyli matryca, którą stanowi m-RNA syntezowany w jądrze i zeń dyfundujący do cytoplazmy i rybosomów. Molekuła RNA-wysłannikowego (m-RNA) jest krótkotrwała i prawdopodobnie jedna jego cząsteczka jest w stanie określić rodzaj jednej molekuly białkowej, po czym rozpada się; tym należy tłumaczyć, że po wnikięciu DNA faga do jądra i połączeniu się go z właściwym receptorem natychmiast ustaje synteza białka normalnego w komórce, a rozpoczyna się synteza białka obcego: po ustaniu produkcji normalnego m-RNA jego „zapasy” szybko się wyczerpują, zastępowane przez RNA „fagowo-specyficzny” o identycznej funkcji, lecz odmiennej treści informacyjnej.

W tym samym czasie stwierdzono również, że m-RNA występuje w każdej normalnej komórce (por. np. Kosmos 11: 59, 1962), a nie tylko w układzie „bakteriofag-bakteria”. We wszystkich przypadkach technika izolacji jest podobna, przy czym ogromne ułatwienie stanowi jego nadzwyczajna ruchliwość, szybka synteza, dzięki czemu w molekuły m-RNA szybciej wbudowuje się P-32 lub C-14-ura-

cyl aniżeli w jakąkolwiek inną frakcję nukleinową. Komórki zwykle inkubuje się przez 10–30 sekund z roztworem radioaktywnym, zabija azydkiem i bezkomórkowy ekstrakt odwirowuje w gęstościowym gradiencie sacharozy: w zależności od ciężaru molekularnego różne kwasy nukleinowe komórki ulegają rozdzielaniu i frakcję m-RNA identyfikuje się przez zmierzenie radioaktywności. Ciężar molekularny m-RNA wynosi około 100 000.

W normalnych warunkach znaczna część m-RNA związana jest mocno z tzw. „aktywnymi” rybosomami, osadzającymi się przy 70 jednostkach Svedberga, które nie dysocjują i są miejscem syntezy białka. Jak już wspomniano, żywot m-RNA jest krótki, średnio wynosi 4–10 sekund, i odpowiednie obliczenia prowadzą do wniosku, że jest to równocześnie czas potrzebny do zsyntezowania jednej molekuly białka; fakt mówiący sam za siebie. m-RNA stanowi 2–3% sumarycznej ilości RNA komórki.

6. Komplementarność strukturalna DNA i m-RNA

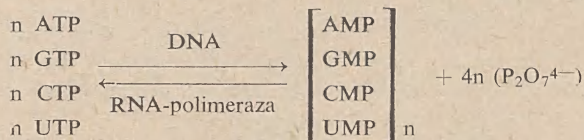
Podobieństwo składu nukleotydowego m-RNA i DNA zdaje się wskazywać, że ten ostatni jest matrycą dla pierwszego; żeby jednak bez wątpliwości można było stwierdzać, że tak jest istotnie, należy przebadać sekwencję reszt nukleotydowych w obu łańcuchach polinukleotydowych. Przeprowadzenie odpowiedniej, chemicznej analizy jak dotychczas leży w snach fantastów, ale na szczęście dysponujemy metodami, pośrednio pozwalającymi stwierdzić czy dane łańcuchy są komplementarne. Jak wiadomo DNA jest strukturą złożoną z dwóch spiralnie wokół siebie skręconych łańcuchów polinukleotydowych, utwierdzonych wiązaniami mostka wodorowego pomiędzy parami zasad azotowych: adeniną i tyminą oraz gwaniną i cytozyną. W podwyższonej temperaturze wiązania te pękają („topnienie”) a przy ochłodzeniu odtwarzają się ponownie lecz tylko — co jest chyba oczywiste — pomiędzy homologicznymi łańcuchami. Zjawisko to po raz pierwszy Marmur i Doty zastosowali do badania strukturalnych podobieństw pomiędzy kwasami dezoksyrybonukleinowymi różnych bakterii: przez zmieszanie dwóch różnych DNA w podwyższonej temperaturze można było, po ochłodzeniu, otrzymać kompleksy mieszane, ale tylko w tym wypadku, gdy kwasy nukleinowe pochodziły z pokrewnych gatunkowo mikroorganizmów, a więc gdy były w miarę zbieżne strukturalnie.

Technikę tę Hall i Spiegelmann zastosowali w 1961 r. przy analizie komplementarności DNA bakteriofaga T2 i RNA „fagowo-specyficznego”, przy czym pierwszy był znakowany H-3-tymidyną, a drugi P-32. Po zmieszaniu obu kwasów w podwyższonej temperaturze, powolnym (!) ochłodzeniu i rozfrakcjonowaniu w gradiencie gęstości chlorku cesowego, drogą pomiaru natężenia promieniowania i jego jakości stwierdzono, że powstały hybrydy DNA—RNA, a więc kwasy te są komplementarne. Identyczny rezultat dały analogiczne doświadczenia przeprowadzone z normalnym DNA komórek i odpowiadającym mu m-RNA. Możemy więc stwierdzić, że m-RNA stanowi dokładną kopię DNA, tak pod względem struktury pierwszo- jak i drugorzędowej.

7. Biosynteza m-RNA

Decydująca rola DNA jako matrycy w syntezie m-RNA została potwierdzona przez równolegle prowadzony, odrębny cykl badań, uwieńczony wykryciem enzymu RNA-polimerazy, katalizującej syntezę łańcucha polinukleotydowego. Dla nas najbardziej ważkim spostrzeżeniem jest to, że do zapoczątkowania syntezy RNA

konieczna jest obecność DNA w mieszaninie reakcyjnej, oprócz substratów — czterech nukleozydo-5'-trójfosforanów, tak że możemy ją streścić schematem:



Do przebiegu reakcji nie tylko jest potrzebny „zaczyn” DNA, lecz ponadto zsintezowany RNA jest w pełni komplementarny w stosunku do zastosowanego DNA (hybrydy DNA-RNA), co od razu nasuwa myśl, że DNA pełni tu rolę matrycy i specyficzność syntezowanego RNA zależy od specyficzności DNA. Stąd było już niedaleko do wysnucia przypuszczenia, że system ten jest czynny *in vivo* i w komórkach RNA-polimeraza i DNA są odpowiedzialne za produkcję m-RNA. Jeżeli przypuszczenie to jest słuszne, to powinno się z komórek wyizolować naturalny „hybryd” RNA-DNA — i rzeczywiście: w 1961 r. po raz pierwszy Spiegelmanski i współpracownikom udało się wyodrębnić z *E. coli* porażonej bakteriofagiem T2, specyficzny kompleks pośredni RNA-DNA.

W tym samym roku Bonner i współpracownicy wydzielili z grochu system enzymatyczny zawierający nukleoproteid, który katalizował syntezę RNA w mieszaninie z kompletem nukleozydo-5'-trójfosforanów. Jednak syntezowany RNA nie wydzieliał się w stanie wolnym, lecz pozostawał związany z nukleoproteidem (który zawierał większość DNA komórkowego i dlatego nazwany został chromatyną); RNA można było oddzielić dopiero po denaturacji białka.

Tak więc dane odnośnie do biosyntezy m-RNA można ująć w punktach:

1. Synteza m-RNA przebiega w jądrach komórkowych przy udziale DNA.
2. Proces syntezy m-RNA urzeczywistniany jest za pośrednictwem reakcji RNA-polimerazowej, w której DNA pełni rolę strukturalnej matrycy.
3. Ogniwem pośrednim tworzenia m-RNA jest kompleks DNA-RNA lub DNA-RNA-białko.

8. m-RNA matrycą w procesie biosyntezy białka

Prawdopodobnie będziemy najbliżej prawdy, jeżeli na pytanie w jaki sposób m-RNA specyficznie określa syntezę białka w rybosomie odpowiemy, że sam m-RNA — a nie molekula RNA rybosomowego — stanowi strukturalną matrycę, na której zachodzi odkładanie łańcucha polipeptydowego. Twierdzenie to podparte jest przede wszystkim spostrzeżeniem, że RNA pozbawione są funkcjonalnej specyficzności. Najdobitniej świadczy o tym kompleks *E. coli*-bakteriofag T2, gdzie obcy DNA (a więc nośnik innej informacji genetycznej) po połączeniu się z aparatem jądrowym komórki wydaje nowy „rozkaz” istniejącej już maszynierii syntetycznej i ta natychmiast go spełnia, gdyż w rybosomy wnikał nowy m-RNA determinując kierunek syntezy i specyficzność nowego białka.

Podobne przemiany zachodzą prawdopodobnie i w normie, o czym świadczyłyby przykład *E. coli*, która hodowana na pożywce bez laktozy nie produkuje beta-galaktozydazy, zaś przeniesiona na pożywkę z tym cukrem rozpoczyna intensywną produkcję wymienionego enzymu.

Na decydujące znaczenie m-RNA w syntezie białka wskazują również wyniki doświadczeń nad chemiczną modyfikacją jego molekuli i odbicie tych zmian w strukturze białka. Po krótkiej inkubacji *E. coli* z 5-fluorouracylem znaczna część uracylu w łańcuchu m-RNA zostaje podstawiona przez 5-fluorouracyl i zmiana ta natychmiast znajduje odbicie we właściwościach zasadowej fosfatazy komórek,

która traci cechę termostabilności. Gdyby matrycą w tym przykładzie był stabilny RNA rybosomowy, to produkowana fosfataza powinna być heterogenną: mieszaniną normalnego i zmodyfikowanego enzymu, przy czym frakcja tego ostatniego powinna wzrastać z czasem, odpowiednio do postępującego stopniowo procesu podstawiania uracylu przez 5-fluorouracyl; jednak syntezowana po inkubacji z fluorouracylem fosfataza jest jednorodna, termolabilna, co świadczy o bardzo szybkiej wymianie matrycy, którą może być tylko m-RNA.

Podobne zmiany opisano i w wypadku drugiego enzymu — galaktozydazy.

Wygodnym obiektem do badań nad mechanizmem syntezy białka są układy, w których działaniem czynników zewnątrznych możemy pobudzać lub hamować syntezę pewnych systemów enzymów, zwanych w związku z tym adaptacyjnymi. W doświadczeniach nad indukcją syntezy beta-galaktozydazy przez komórki *E. coli* Gros i współpracownicy do hodowli mikroorganizmu na pożywkach mineralnych dodawali izopropylotiogalaktydu jako induktora produkcji omawianego enzymu, a następnie śledzili szybkość włączania się znakowanej adeniny w kwasy nukleinowe. Przy pełnej indukcji komórki produkowały około 12–15% swego białka w postaci beta-galaktozydazy i proces ten sprzężony był ze wzmożeniem syntezy RNA o 25–30%; jedyną frakcją kwasu rybonukleinowego, która włączała znakowaną adeninę w okresie inkubacji, był m-RNA. Jeżeli podobne doświadczenia przeprowadzono ze szczepami *E. coli*, które utraciły zdolność adaptatywnej syntezy beta-galaktozydazy, to nie obserwowano żadnych zmian. Przeprowadzano również doświadczenia odwrotne: nad powstrzymaniem syntezy pewnych systemów enzymatycznych, drogą dodania do pożywki mineralnej hydrolizatu kazeiny — komórki *E. coli* zwalniały syntezę wielu enzymów, czemu towarzyszył spadek szybkości włączania znakowanej adeniny w kwasy nukleinowe o 60%. Tak więc i w tym wypadku występuje prosta zależność pomiędzy syntezą m-RNA i białka.

Bezpośredni i koronny dowód matrycowej roli m-RNA w procesie biosyntezy białka stanowią rezultaty prac nad syntezą polipeptydów w systemach bezkomórkowych, zapoczątkowanych przez Nirenberga a następnie kontynuowanych w czołowych pracowniach biochemicznych, m.in. u Ochoa. W doświadczeniach swoich Nirenberg posługiwał się stabilnym, bezkomórkowym systemem wyekstrahowanym z *E. coli*, który katalizował syntezę białka w obecności rybosomów, S-RNA i mieszaniny aminokwasów. Podniecające było spostrzeżenie, że synteza białka w tym układzie zależna jest od RNA, przy czym istnieje prosta korelacja pomiędzy rodzajem dodanego RNA a szybkością włączania aminokwasów. Rzecz stała się naprawdę pasjonująca gdy wykryto, że dodanie do układu syntetycznych poliryonukleotydów przyspiesza wybiórczo włączanie pewnych aminokwasów w łańcuch polipeptydowy.

Nie ulega wątpliwości, że dodany do układu RNA pełni rolę m-RNA; tym samym po raz pierwszy zarysowała się realna możliwość eksperymentalnego wnिकnięcia w problem natury i rodzaju kodu genetycznego, za pośrednictwem którego informacja strukturalna zaszyfrowana w molekuł m-RNA (w sekwencji nukleotydów) jest tłumaczona na sekwencję aminokwasów w łańcuchu białkowym.

9. Kod RNA-aminokwasowy

W roku 1961 F. H. C. Crick z współpracownikami na łamach czasopisma *Nature* opublikowali artykuł, w którym uogólniają dotychczas znane fakty z biochemii i genetyki i dochodzą do wniosku, że:

- 1) kod genetyczny jest trypletem, tzn. każdemu aminokwasowi odpowiada specyficzny układ trzech nukleotydów w łańcuchu RNA;
- 2) kod nie pokrywa się, tzn. każda reszta nukleotydowa łańcucha RNA wchodzić może w skład tylko jednego trypletu;

3) sekwencja nukleotydów „ma sens” tylko wtedy, gdy „odczytywać” ją ze ściśle określonego punktu początkowego; „przecinków” oddzielających tryplety brak; jeżeli początek „czytania” przesunąć o jeden nukleotyd, to następstwo nukleotydów w całym łańcuchu „traci sens”;

4) kilka różnych trypletów może określać (kodować) jeden i ten sam aminokwas („wynaturzony” kod).

Rozszyfrowaniem składu poszczególnych trypletów zajęła się pracownia Ochoa, w której kontynuowano prace Nirenberga z zastosowaniem prostych syntetycznych poliribonukleotydów, takich jak poli-A, poli-U, poli-A+U, poli-U+C itd. W każdym wypadku w łańcuch polipeptydowy włączały się tylko niektóre aminokwasy i ostatecznie z początkiem 1962 r. podano skład trypletów kodujących dany aminokwas:

Aminokwas:	Nukleotydy RNA wchodzące w skład trypletów:
Fenylalanina	UUU
Alanina	UCG
Arginina	UCG
Kwas asparaginowy	UAG
Asparagina	UAA; UAC
Walina	UUG
Histydyna	UAC
Glicyna	UGG
Kwas glutaminowy	UAG
Glutamina	UCG
Izoleucyna	UUA
Leucyna	UUC; UUG; UUA
Lizyna	UAA
Metionina	UAG
Prolina	UCC; CCC
Seryna	UUC
Tyrozyna	UUA
Treonina	UAC; UCC
Tryptofan	UGG
Cysteina	UUG

Skróty: U = uracyl; C = cytozyna; G = gwanina; A = adenina.

Należy jednak podkreślić, że jak dotychczas znamy tylko skład trypletów kodujących poszczególne aminokwasy, ale nie znamy jeszcze sekwencji nukleotydów w trypletach (dlatego spotykamy jednakowe pod względem składu chemicznego tryplety, kodujące różne aminokwasy); oprócz tego nie oznaczono jeszcze wszystkich możliwych trypletów dla danego aminokwasu (por. zamieszczone obok streszczenie pracy M. Ageno pt.: *Genetyczny kod kwasu dezoksyrybonukleinowego*).

10. Wnioski

Obecny stan wiedzy o m-RNA i jego roli w procesie biosyntezy białka ująć możemy w punktach:

1. W komórce, obok RNA rybosomów i s-RNA, istnieje jeszcze trzeci rodzaj RNA, mianowicie kwas rybonukleinowy informacyjny, m-RNA;
2. m-RNA (c. mol. około 10^5) syntezuje się na DNA-matrycy, reakcję katalizuje

RNA-polimeraza i stanowi on dokładną kopię łańcucha dezoksyrybonukleinowego (jeśli przyjąć, że uracyl odpowiada tyminie);

3. m-RNA bardzo szybko odnawia się (syntezuje i rozpada), średni czas życia molekuly wynosi 6—10 sekund, w związku z czym stanowi on tylko 2—3% ogólnej ilości RNA w komórce; szybkość jego syntezy tysiące razy przewyższa szybkość syntezy pozostałych rodzajów RNA;

4. m-RNA stanowi matrycę dla syntezy białka w rybosomach, przy czym każdy aminokwas kodowany jest przez specyficzny tryplet nukleotydów; ogólnie kod RNA-aminokwasowy ma charakter wyrodzonych trypletów i (i bez przecinków) nie pokrywających się; zmiana sekwencji nukleotydów w łańcuchu m-RNA prowadzi do zmian strukturalnych w białku;

5. Biologiczna funkcja m-RNA wiąże się z przenoszeniem informacji strukturalnej z DNA na białko;

6. W świetle tych danych konkretna funkcja RNA rybosomów nie jest jasna. Wiemy tylko, że jego obecność w stanie rodzimym jest absolutnie konieczna przy syntezie białka i funkcji rybosomów jako wyspecjalizowanej struktury, w której proces ten przebiega.

J. S. Knypl

ZWIĄZKI MIĘDZY t-RNA I m-RNA PRZY SYNTEZIE BIAŁKA*

Bezspornie wiemy dziś, że wstępnym etapem syntezy białka jest stadium połączenia się zaktywowanych reszt aminokwasowych z molekułą przenośnikowego kwasu rybonukleinowego (tzw. transfer-RNA, t-RNA, lub soluble-RNA, s-RNA) i dopiero utworzony kompleks t-RNA-aminokwas wędruje do rybosomu, czyli miejsca syntezy łańcucha polipeptydowego. W rybosomie łańcuch białka odkłada się na łańcuchu wielkocząsteczkowego, obecnego tam RNA matrycowego (template). Wysunięto szereg hipotez starających się wytłumaczyć naturę związków zachodzących pomiędzy t-RNA i RNA rybosomowym, w wyniku których następuje odłożenie się aminokwasów we właściwej, specyficznej sekwencji. I chociaż hipotezy te różnią się w szczegółach między sobą, to jednak wszystkie zakładają, że pewne odcinki łańcucha t-RNA zbudowane są komplementarnie do danych fragmentów RNA rybosomu — z chwilą zetknięcia się obu łańcuchów polinukleotydowych tymi miejscami, następuje utwierdzenie aminokwasu wiązaniem peptydowym.

Sytuacja skomplikowała się znacznie z chwilą odkrycia m-RNA (messenger-RNA) (por. Kosmos A, 11: 57, 1962), który syntezuje się na genie i stanowi rzeczywistą matrycę dla łańcucha polipeptydowego (a nie, jak sądzono, RNA rybosomów), oraz z chwilą wykrycia, że tylko nieznaczna część rybosomów (około 10%) zdolna jest aktualnie syntezować białko. Rybosomy te, o stałej Svedberga równej 70, w środowisku o niskiej zawartości magnezu rozpadają się na frakcje 30 S i 50 S; dysocjacja oznacza utratę zdolności syntetycznych i towarzyszy jej uwolnienie frakcji peptydów o wysoce specyficznych właściwościach. W celu wytłumaczenia tych zjawisk Tissieres ze współpracownikami wysunął przypuszczenie, że w „aktywnych” rybosomach 70 S, posiadających m-RNA w charakterze aktywatora i matrycy, białko syntezuje się we wgłębieniu powstającym na styku cząstek 30 S i 50 S.

Obraz jeszcze bardziej się zaciemnił i skomplikował z chwilą wykrycia tzw. enzymów „przenośnikowych” („transfer” enzymes), odpowiedzialnych za przeniesienie kompleksu t-RNA-aminokwas z miejsca jego powstania do rybosomu. Teraz

* Dr Zh. A. Medvedev: *A Hypothesis concerning the Way of Coding Interaction between Transfer RNA and Messenger RNA at Late Stages of Protein Synthesis*, Nature **195** (4836): 38—39, 1962.

staje się już pewne, że związkami pomiędzy t-RNA i m-RNA nie mogą rządzić zależności przypadkowe; jeżeli przy tym pamiętać będziemy, że molekula t-RNA kilkakrotnie bierze udział w syntezie łańcucha białkowego zanim rozpadnie się, że łańcuch t-RNA — zbudowany z około 100 nukleotydów — posiada dodatkowo „niezwyczajne” nukleotydy, takie jak „pseudo-urydyna”, i że molekula m-RNA obejmuje niekiedy 1000 zasad azotowych, to nie ulega wątpliwości, że wszystkie wyżej opisane fakty i zależności powiązane są jakąś regułą, i powinny być rozpatrywane w ramach mechanizmu kodu genetycznego i przekazywania informacji strukturalnej z DNA, poprzez RNA, bezpośrednio na białko.

Co się tyczy rysów charakterystycznych kodu genetycznego to — najbardziej ogólnie przyjęto, że: a) kod jest trypletowy, tzn. trzy nukleotydy określają jeden aminokwas; b) kod nie pokrywa się (non-overlapping), tzn. tryplety nie zachodzą wzajem na siebie; c) kod jest wyrodzony (degenerate), gdyż jeden aminokwas może być kodowany przez kilka trypletów.

Przekonanie, iż poszczególne wyrazy kodu (tryplety) nie zachodzą wzajem na siebie, zrodziło się z analiz mutantów wirusa mozaiki tytoniowej, gdzie zmiana jednego nukleotydu w łańcuchu RNA-TMV prowadziła do zmiany tylko jednego aminokwasu w białku PMV — gdyby kod pokrywał się, to zmianie nukleotydu powinna towarzyszyć poważniejsza modyfikacja białka, wymiana kilku sąsiadujących ze sobą aminokwasów.

Lecz to samo zjawisko można wytłumaczyć zgoła inaczej; jeśli założyć się, że kodujące tryplety nukleotydowe zbudowane są z niesąsiadujących (nie przylegających) nukleotydów w matrycy (m-RNA) i t-RNA, i jeśli końcowa długość łańcucha polipeptydowego nie jest większa od dwóch — trzech długości molekuly t-RNA, to taki sam rezultat mutacji otrzyma się i w przypadku gdy kod będzie „zachodzący” (tzn. poszczególne tryplety będą pokrywać się częściowo). Alternatywnie, specyficzne tryplety nukleotydowe cząsteczki t-RNA, decydujące o jej właściwym połączeniu się z matrycą (m-RNA), mogą być rozmieszczone niedaleko odcinków terminalnych (rys. 1 i 2). Jeżeli tylko trzy przylegające do siebie nukleotydy decydują o zakodowaniu, to trudno jest zrozumieć rolę i znaczenie pozostałej części łańcucha t-RNA (80—120 nukleotydów); celem rozwiązania tej zagadki wysunięto szereg hipotez (lecz wszystkie niezadowolające) zakładających, że większa część łańcucha polinukleotydowego t-RNA nie łączy się z matrycą (rozpad t-RNA przed połączeniem się i oddaniem aminokwasu, formowanie się białka wzdłuż fosfolipidowej oponki rybosomu, umieszczonej w odległości równej długości łańcucha t-RNA od matrycy) (por. Kosmos A, 10: 386, 1961).

Zdaniem doktora Zh. A. Medvedeva (z Instytutu Timiriazewa w Moskwie) znaczna część łańcucha t-RNA zostaje zamaskowana przez wejście do otworu lub zagłębienia w molekułę enzymu przenoszącego (nasuwa się analogia z umieszczeniem RNA w rodzinnej cząstce wirusa), przy czym czynnikiem utwierdzającym łańcuch polipeptydowy we właściwej pozycji są prawdopodobnie reszty nukleotydów pseudourydylowych.

Rysunek 1 przedstawia możliwe typy połączeń między kompleksem t-RNA-aminokwas i matrycą; rysunek 2 obrazuje jeden z możliwych związków pomiędzy enzymem przenoszącym, rybosomem 70 S i m-RNA.

Autor faworyzuje ideę kodu niezachodzącego nie dlatego, że wydaje się on bardziej ekonomiczny, ale dlatego, że ten typ kodu lepiej tłumaczy paralelizm odległości pomiędzy resztami nukleotydów i aminokwasów, zaś usunięcie lub dodanie jednego nukleotydu w tym przypadku oznacza tylko mutację punktową, lecz nie fałszywe odczytanie całej informacji genetycznej i produkcję całkowicie nonsensownej molekuly białkowej.

CZY OPISANY DOTYCHCZAS KOD GENETYCZNY JEST UNIWERSALNY? *

Na początku 1962 r., w rezultacie kilkuletnich intensywnych badań, opisano najważniejsze cechy charakterystyczne kodu genetycznego oraz podano skład chemiczny trypletów nukleotydowych, określających włączenie każdego z dwudziestu aminokwasów w łańcuch polipeptydowy. Skoro wiemy, jakie nukleotydy określają dany aminokwas, to wydaje się oczywiste, że możemy kolejność rzeczy odwrócić i ze składu aminokwasowego danego białka obliczyć skład nukleotydowy odpowiedniego kwasu rybonukleinowego, kierującego syntezą białka.

Odpowiednie obliczenie, wykonane przez Erwina Chargaffa, najwybitniejszego dziś znawcy kwasów nukleinowych, doprowadziły do zastanawiającego wyniku — RNA kodujący łańcuch rybonukleazy trzustkowej wołu musiałby mieć skład: $A_{63}G_{59}C_{77}U_{173}$ lub — w procentach molowych: A — 16,9; G — 15,9; C — 20,7; U — 46,5.

RNA o takim składzie zdumiewa dlatego, że połowa reszt nukleotydowych łańcucha to reszty kwasu urydylowego, przy czym puryny obejmują tylko 1/3 wszystkich zasad azotowych (stosunek A : U = 0,36; zaś stosunek 6-amino- do 6-keto nukleotydów = 0,60); trudno sobie wyobrazić istnienie RNA o takim składzie, tym bardziej, że dotychczas nie został wyizolowany.

I jak pogodzić wyżej obliczone wartości dla „kodującego” RNA z zasadą komplementarności do składu DNA z jednej strony, i z rzeczywistą komplementarnością składu messenger-RNA (dotychczas opisanych i zbadanych) w stosunku do DNA? Możliwe są 2 tłumaczenia: albo m-RNA syntezowane są w postaci 2 łańcuchów, z których jeden jest odbiciem sekwencji nukleotydów DNA i tylko on kieruje syntezą białka a drugi..., albo dotychczas opisane tryplety stosują się tylko do układów syntetycznych, tzn. układów, na podstawie których zostały ułożone. I tak też prawdopodobnie jest w istocie (por. notatki zamieszczone obok).

J. S. Knypl

DOŚWIADCZALNE WYKAZANIE ZWYRODNIEŃ KODU GENETYCZNEGO **

W wyniku szeroko zakrojonych doświadczeń nad syntezą białka ze znakowanych aminokwasów w bezkomórkowych systemach enzymatycznych, do których dodawano syntetyczne polinukleotydy, udało się ustalić zasadnicze rysy kodu genetycznego oraz określić skład trypletów kodujących poszczególne aminokwasy (por. Kosmos A, 12, streszczenie art. Spirina, 1963). Zasadniczą cechą charakterystyczną kodu jest występowanie w każdym tryplecie nukleotydowym co najmniej jednej reszty uracylu (por. kontrowersyjną hipotezę M. A. Geno zamieszczoną obok, Kosmos 12:61, 1963).

Jakkolwiek skład chemiczny RNA wyizolowanych z różnych źródeł nie odpowiada w pełni zależnościom przewidywanym przez trypletowy kod genetyczny (por. E. Chargaff, Nature 194: 86, 1962), to jednak wielu badaczy właśnie na tej podstawie próbowało wytłumaczyć zjawisko powstawania mutacji w wyniku zadziałania kwasem azotowym na wirusy (por. J. S. Knypl, Problemy 18: 680, 1962), gdzie zmiana jednego nukleotydu w łańcuchu kwasu rybonukleinowego prowadzi do zmiany jednej reszty aminokwasowej w łańcuchu polipeptydowym białka wirusowego. Postępując tą, już przetartą, ścieżką rozumowania autorzy przytaczają

* E. Chargaff: Calculated Composition of „messenger” Ribonucleic Acid, Nature 194: 86, 1962.

** M. E. Reichmann, M. W. Rees, R. H. Symons and R. Markham: Experimental Evidence for the Degeneracy of the Nucleotide Triplet Code, Nature 195 (4845): 999—1000, 1962.

dane, że opisany przez Ochoa model kodu genetycznego w oparciu o wyniki doświadczeń przeprowadzonych *in vitro* nie może być słuszny w warunkach *in vivo*; punktem wyjścia dla Reichmanna i współpracowników jest nie budzące zastrzeżeń założenie, że RNA wirusów zawiera w sobie informację o strukturze białka wirusowego.

Obiektem badań był najmniejszy z dotychczas opisanych wirusów, mianowicie wirus towarzyszący infekcji wirusem nekrozy tytoniu. Jego c. mol. wynosi $1,97 \times 10^6$ z czego 20% przypada na RNA o c. mol. 394 000. Ze składu nukleotydowego (U = 24,9%; C = 22,1%; A = 28,0%; G = 25,0%) i ciężaru molekularnego obliczono, że łańcuch RNA tego wirusa powinien zawierać 1160 reszt nukleotydowych, czyli 387 trypletów. Ze składu aminokwasowego białka wirusowego oraz jego c. mol. (który wynosi około 25 000) wynika, że w łańcuchu polipeptydowym znajduje się 240 reszt aminokwasowych; do zakodowania tej ilości aminokwasów potrzeba 720 nukleotydów, czyli 60% ogólnej ich liczby w RNA. W oparciu o te dane i o opublikowane na początku 1962 r. zestawy trypletów kodujących (każdy z nich zawiera resztę U) łatwo obliczyć, że wszystkie reszty uracylu w RNA tego wirusa powinny być zgrupowane w części łańcucha odpowiedzialnej za syntezę białka, a pozostałe 40% łańcucha nie powinno zawierać uracylu. Co więcej — maksymalna liczba reszt nukleotydowych pomiędzy dwoma resztami uracylu (w kodującej części łańcucha RNA) nie powinna przewyższać czterech.

W celu określenia rozkładu nukleotydów wzdłuż łańcucha izolowano z wirusa RNA i trawiono rybonukleazą trzustkową; enzym ten jest wysoce specyficzny i trawi jedynie wiązania 3'-fosfodwuestrowe pomiędzy nukleotydami pirymidynowymi (pomiędzy cytozyną i uracylem). Hydrolizat rozdzielano na kolumnach wypełnionych dwuetyloaminoetylo-celulozą i następnie analizowano skład poszczególnych frakcji oligonukleotydów. I oto okazało się, że ostatnia z wymywanych frakcji zawierała 13,2% (molowych) uracylu obecnego w całym hydrolizacie, przy czym średnia długość łańcucha tego oligonukleotydu wynosiła 6,3 zasad azotowych. Stosunek C:U w tej frakcji wynosił 0,92 i był bardzo zbliżony do takiegoż stosunku we frakcjach pozostałych (0,92).

Uzyskany rezultat przeprowadzonych analiz jest wiele mówiący, gdyż, jak wynika z wyżej przeprowadzonych obliczeń, ostatnia frakcja hydrolizatu nie powinna w ogóle zawierać uracylu. Nie jest to jedyna rozbieżność między teorią a rzeczywistością. Z obliczeń wynika, że frakcja tetra- i więcej nukleotydów zawierających uracyl nie powinna przewyższać 0,36% (molowych) — w doświadczeniu frakcja ta obejmowała 28% hydrolizatu i występowało w niej 11% ogólnej ilości uracylu.

Człowiek może się mylić, lecz przyroda zawsze ma rację; a skoro tak, to musimy zgodzić się, że: albo opisany przez Ochoa kod genetyczny nie jest uniwersalny, albo układy kodujące poszczególne aminokwasy nie są unikalne.

Z pracy wynika również wniosek, że ilość nukleotydów kodujących jeden aminokwas u tego wirusa musi być mniejsza niż 5 i najpewniej wynosi 3.

J. S. Knypl

PRACE INSTYTUTÓW I ZAKŁADÓW NAUKOWYCH

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI ZAKŁADU ANTROPOLOGII PAN ZA LATA 1953—1962 *

Antropolog składający sprawozdanie z działalności placówki naukowej przedstawicielom różnych dyscyplin biologicznych znajduje się, w porównaniu z innymi biologami, w sytuacji dość szczególnej. Antropologia zajmuje się zmiennością form i funkcji organizmu ludzkiego w czasie i przestrzeni i jako taka jest jednym z działów biologii ssaków. Dlatego słuszne jest, że pod względem organizacyjnym podporządkowana jest Wydziałowi II PAN. Jednakże fakt, że przedmiotem badań antropologii jest właśnie człowiek, sprawia, że wśród nauk biologicznych dyscyplina ta zajmuje pod wieloma względami odrębne stanowisko. O specyfice antropologii decydują następujące trzy okoliczności.

Po pierwsze — zakres jej badań ograniczony jest w zasadzie do jednego tylko gatunku — *Homo sapiens*. W związku z tym systematyka, która od dawna stanowi jeden z podstawowych działów antropologii, jest w tym przypadku systematyką wewnątrzgatunkową. Inni biologowie systematycy operują z reguły różnymi gatunkami lub jednostkami szczebla jeszcze wyższego niż gatunek. Taksonomią podgatunkową, czyli systematyką odmian i ras, zajmują się raczej wyjątkowo, przeważnie w badaniach nad zwierzętami i roślinami udomowionymi, w tych zaś przypadkach mają do czynienia raczej z rasami hodowlanymi będącymi wytworem doboru sztucznego niż rasami naturalnymi powstałymi w wyniku samorzutnej ewolucji. Taksonomia wewnątrzgatunkowa jest trudna ze względu na małą rozgraniczalność jednostek takich jak odmiana lub rasa. Gatunki są od siebie izolowane płciowo i z reguły nie wymieniają między sobą genów, skutkiem czego istnieje między nimi na ogół mniej lub bardziej ostry hiatus morfologiczny, na ogół dobrze uchwytty zwyczajnymi metodami morfologicznego opisu. Rasy natomiast, w przeciwieństwie do gatunków, są systemami genetycznie otwartymi i wymieniają ze sobą geny gdziekolwiek przełamana zostanie istniejąca między nimi izolacja geograficzna lub społeczna. W rezultacie antropolog systematyk napotyka w badanym przez siebie materiale raczej ciągle przejścia niż ostre granice. W tym stanie rzeczy tradycyjne metody jakościowego opisu morfologicznego zawodzą i zbudowanie obiektywnej systematyki nie jest możliwe inaczej, jak tylko w oparciu o statystyczne metody analizy. Między innymi stąd właśnie bierze się ów charakterystyczny dla antropologii, stosunkowo wysoki stopień zmatematyzowania metodyki badawczej. Wysiłki zmierzające do oparcia systematyki człowieka na formułach statystycznych nie są więc ze strony antropologów przejawem stwarzania pozorów ścisłości ani wyrazem oderwania się od problematyki wspólnej innym dyscyplinom biologicznym. Są po prostu koniecznością narzuconą antropologowi przez specyfikę przedmiotu badania.

Druga trudność tkwi w tym, że antropolog w swoich badaniach jest pozbawiony najpotężniejszego bodaj środka badawczego nauk przyrodniczych, jakim jest eksperyment. Na przykład niemożliwe jest dowolne krzyżowanie wybranych osobników ludzkich w celu sprawdzenia pewnej hipotezy genetycznej. Podobnie ograniczone są możliwości dowolnego manipulowania czynnikami środowiskowymi,

* Sprawozdanie wygłoszone na Sesji Plenarnej Wydziału II PAN w dniu 30.XI.1962 r.

takimi jak pokarm czy klimat, celem zaobserwowania wpływu tych czynników na przebieg rozwoju osobniczego człowieka. W większości przypadków antropologowi pozostaje jedynie bierna obserwacja i rejestracja procesów przebiegających spontanicznie, w sposób przez badacza nie kontrolowany i analiza tych procesów przy pomocy metod dostosowanych do badania zjawisk masowych.

Trzecią (wreszcie, najważniejszą okolicznością, która decyduje o specyfice antropologii, jest fakt, że człowiek stanowi jedyny gatunek biologiczny tworzący kulturę, a zarazem żyjący w sztucznym, przez siebie samego skonstruowanym, środowisku. Jest rzeczą wiadomą, jak dalece przebieg procesów biologicznych w populacjach ludzkich modyfikowany jest przez czynniki kulturowe. Okoliczność ta wielce komplikuje analizę. Antropolog zmuszony jest w swych badaniach ustawnie brać pod uwagę rozmaite pozabiologiczne parametry, o które np. protozoolog, botanik czy paleontolog troszczyć się nie musi. Na przykład dobór naturalny zarówno u człowieka, jak i u innych gatunków polega w zasadzie na tym samym, tzn. na niejednakowej rozrodczości rozmaitych genotypów w populacji. Ale o rozrodczości człowieka decydują, jak wiadomo, nie tylko jego właściwości dziedziczne, lecz również mnóstwo momentów natury społecznej, ekonomicznej, cywilizacyjnej i obyczajowej. Podobnego przykładu dostarcza zjawisko izolacji genetycznej między poszczególnymi populacjami należącymi do tego samego gatunku. U zwierząt izolacja taka ma z reguły charakter wyłącznie przestrzenny bądź ekologiczny. U człowieka natomiast funkcjonuje nowy rodzaj barier izolacyjnych: bariery kulturowo-społeczne. Różnice ekonomiczne, wyznaniowe, obyczajowe lub językowe są często dużo silniejszymi zaporami hamującymi wymianę genów niż zwykła odległość geograficzna. W rezultacie wyodrębnienie tego, co biologicznie określa się jako względnie izolowaną populację mendelistyczną, jest — w przypadku człowieka — zadaniem raczej badacza kultury niż przyrodnika.

Wszystkie te okoliczności sprawiają, że antropolog zarówno w swej pracy terenowej, jak i przy analizie materiału w pracowni, zmuszony jest niejednokrotnie do szukania współpracy nie tylko matematyków i lekarzy, lecz również etnografów, socjologów, językoznawców i prehistoryków. Skutkiem tego badania antropologiczne mają z natury rzeczy charakter badań wybitnie kompleksowych i wymagają szczególnie dużego wysiłku organizacyjnego w zakresie koordynacji pracy przedstawicieli różnych dyscyplin.

W Polsce antropologia ma długie i świetne tradycje ugruntowane w okresie międzywojennym między innymi przez głośną w świecie szkołę lwowską. Z wojny wyszła dyscyplina nasza z wyjątkowo ciężkimi stratami personalnymi i materialnymi, jednak stworzono jej warunki do ponownego szybkiego rozwoju. Świadectwem tego może być właśnie Zakład Antropologii PAN, największy z tego rodzaju zakładów w Polsce. Powstał on z inicjatywy prof. J. Mydlarskiego, który był jego organizatorem i pierwszym kierownikiem. Zakład powołany został do życia uchwałą Sekretariatu Naukowego Prezydium PAN nr 121/52 z dnia 30 grudnia 1952 r.

Początkowo Zakład opierał się na dwóch starszych asystentach pracujących w dawnym Instytucie Nauk Antropologicznych Warszawskiego Towarzystwa Naukowego, którzy z całym inwentarzem Instytutu przenieśli się z Warszawy do Wrocławia, do budynku Zakładu przy ulicy Kuźnicznej 35. W budynku tym oprócz Zakładu Antropologii PAN mieszczą się obecnie cztery inne instytucje: Katedra Antropologii Uniwersytetu Wrocławskiego, Instytut Historii Śląska, Instytut Badań Literackich i Pracownia Atlasu Historycznego.

W pierwszym roku istnienia Zakładu Antropologii PAN pracowało w nim trzech asystentów etatowych i jeden adiunkt na pracach zleconych. Antropologia polska w ogóle miała wówczas bardzo nieliczną kadrę naukową, a wszyscy samodzielni

pracownicy, a nawet kandydaci na samodzielnych pracowników zajmowali etatowe stanowiska w resorcie Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego. Należało więc wykształcić własnych pracowników nauki z tych studentów, którzy aktualnie kończyli swoje antropologiczne studia na Uniwersytecie Wrocławskim. Prawie wszyscy pracownicy będący obecnie na etatach Zakładu są absolwentami Uniwersytetu Wrocławskiego. Kadra ta była jeszcze bardzo młoda i surowa, ale miała za sobą studia specjalistyczne z biologii w zakresie antropologii, a w wykształcenie jej włożono dużo wysiłku.

W stadium początkowym Zakład pozostawał w ścisłej symbiozie z Katedrą Uniwersytetu Wrocławskiego. Z czasem dopiero następowała stopniowa separacja Katedry od Zakładu. Pracownicy Katedry obciążeni dydaktyką spotykali się rzadko, bo tylko na wspólnych seminariach z pracownikami Zakładu, natomiast brali wraz z nimi udział w pracach terenowych i akcjach Komisji Antropometrii. Rozdział postępował jako następstwo odrębnych celów obu instytucji. Celem Zakładu było związanie nauki z życiem, potrzebami kraju i zamówieniem społecznym. Celem Katedry było zharmonizowanie działalności naukowej z działalnością dydaktyczną. Stąd wyłoniła się z czasem także rozbieżność problematyki naukowej.

Zakład posiada obecnie 15 pracowników nauki, w tym jednego samodzielnego, czterech asystentów technicznych, 5 pracowników administracyjnych i 3 pracowników obsługi.

Praca badawcza rozwija się w 5 kierunkach:

1. Podstawy metodyczne analiz antropologicznych. W dziale tym rozwiązywane są zagadnienia metodyczne do tematów wszystkich problemów analizowanych w Zakładzie. Do tej pracowni zgłaszają się nie tylko asystenci innych kierunków Zakładu, ale także pracownicy z innych instytucji, katedr i klinik, np. pracownicy klinik Akademii Medycznej, zakładów WSWF, katedr uniwersyteckich i zakładów PAN. Pracownia metodyczna udziela w miarę możliwości zainteresowanym konsultacji, a nierzadko kieruje pracami doktorskimi, a nawet habilitacyjnymi, np. prace doktorskie Zakładu Ortodencji, Geografii, prace habilitacyjne WSWF.

2. Etnogeneza ludności Europy ze szczególnym uwzględnieniem ludności Polski a zwłaszcza Śląska. Tutaj najważniejszym zadaniem jest prowadzenie analiz typologicznych, co łącznie z ogłoszonymi materiałami stanowi podwalinę biologiczną dla syntez etnogenetycznych. Do tego kierunku wchodzi także prace wykopalskowe.

3. Badania morfologiczno-porównawcze i paleantropologiczne; obejmują one studia propopologiczne, rekonstruktorskie oraz odontologię porównawczą.

4. Badania rozwoju ontogenetycznego człowieka wchodzi w skład Ogólnopanstwowego Planu Badań Naukowych. W tej dziedzinie badania prowadzone są zespołowo i kompleksowo. Zespołowy charakter tych badań polega na skupieniu przy ich prowadzeniu specjalistów różnych dziedzin (fizjologów, pediatrów, stomatologów, ortodontów, radiologów, serologów, endokrynologów, ortopedów, okulistów i laryngologów), nadto prowadzone są badania psychomotoryczne, psychologiczne i motoryczne. Badania te obok zadań teoretycznych będą miały duże znaczenie dla praktyki (dla władz służby zdrowia i oświaty). Badania te są ciągłe, powtarzane corocznie na tych samych osobnikach — zmierzają do prześledzenia form rozwoju fizycznego dzieci i młodzieży do lat 20 i uzyskania indywidualnych linii rozwojowych.

Linie te będzie można otrzymać dopiero wtedy, gdy najmłodsze roczniki osiągną 20 rok życia. Chcąc uzyskać wcześniejsze informacje o rozwoju młodzieży włączono do badań młodzież lat 7, 11, 15 i 18. Badając corocznie młodzież tych kategorii wieku będzie można otrzymać już po 4 latach kolejne okresowe linie rozwojowe, które w połączeniu dadzą przybliżony ciąg rozwojowy. Nie będą to wprowadzie

linie tych samych osobników i w dalszym ciągu charakter ich będzie przekrojowy, ale przynajmniej częściowo informować będą o poszczególnych okresach rozwojowych młodzieży w sposób ciągły. Wszystkie dotychczasowe wyniki badań Zakładu tego kierunku (ontogenetycznego) oparte były o materiały przekrojowe.

5. Genetyka człowieka. Kierunek ten obejmuje również badania nad rozmieszczeniem cech antropologicznych i linii papilarnych populacji polskiej. Znajomość częstości ich występowania na danym terenie poza wartością teoretyczną ma duże znaczenie praktyczne w ekspertyzach o dochodzeniu ojcostwa. Kierunek ten obejmuje również badania antropologiczne rodzin, badania bliźniąt oraz badania nad przebiegiem procesów mikroewolucji człowieka.

W kierunku pierwszym za najważniejsze osiągnięcie można uważać nowe metody taksonomiczne. Pierwsza z nich to metoda „stochastycznej korelacji wielorakiej”. Dotyczy ona klasyfikacji materiału ze względu na wiele cech równocześnie. Może być analizą skupień albo analizą asocjacyjną w sensie stochastycznym, albo jedną i drugą równocześnie. Bada ona współzależność zespołów cech ciągłych i jakościowych, albo jednych i drugich równocześnie. Metoda umożliwia stwierdzenie czy populacja ma charakter skokowy czy ciągły, to znaczy, czy rozpada się na podgrupy, czy też sama ma strukturę ciągłą.

Miejsce największej nadwyżki stochastycznej nie będącej dziełem przypadku można interpretować jako zespół cech najmocniej związanych i odwrotnie, miejsce największego niedoboru stochastycznego można interpretować jako zespół najsłabiej związanych.

Można również badać korelacje wszystkich cech na raz i otrzymać wielkość tego związku. Metoda ta nadaje nie tylko prawidła naukowego porządkowania i podziału osobników, ale może służyć do wyznaczenia stopnia diagnostyczności cech w zespołach.

Druga metoda nazywa się metodą „punktów odniesienia”; zwana jest inaczej wskaźnikiem podobieństwa dla wielu porównań albo aproksymacją Wankego. Wskaźnik ten wyraża w jakim stopniu rozpatrywana populacja jest podobna w dowolnej liczbie cech do znanych wzorców, np. elementów albo typów antropologicznych.

Metoda punktów odniesienia nadaje się do obliczania składu antropologicznego ze średnich arytmetycznych wszystkich cech równocześnie. Jest to olbrzymią ekonomią czasu w analizie strukturalnej populacji, a wyniki są zawsze jednoznaczne. Wynalezienie metody, która pozwalałaby dedukować skład rasowy populacji jedynie ze znajomości średnich arytmetycznych cech, było już od dawna postulatem antropologów. Metoda jest przy tym praktyczna, można nią bowiem analizować populacje dowolnie wielkie. Ma ona zastosowanie w ustalaniu płci na czaszkach, a także porządkuje formy kopalne według wieku filogenetycznego. Usytuowanie badanej formy kopalnej pozwala określić stratygrafię znaleziska. Dalszym osiągnięciem tego kierunku jest ocena istotności różnic między dwoma składami. Zagadnienie to jest ważne dla etnogenezy i samo postawienie go jest innowacją. Dotychczas bowiem zadowalano się ocenianiem rozbieżności w składach intuicyjnie, nie stosując żadnych rachunkowych kryteriów istotności i nie biorąc pod uwagę tak ważnego czynnika, jakim są masy porównywanych ze sobą populacji. Metody te mają charakter ogólny i mogą być z powodzeniem stosowane nie tylko w antropologii fizycznej, ale także i w innych dyscyplinach. Wrocławskie metody używane są już nie tylko w antropologii, ale w takich dziedzinach naukowych jak botanika, klimatologia, geografia, wychowanie fizyczne, neurologia, laryngologia, hipologia itd., nie tylko w kraju ale i za granicą.

Wrocławskie metody analizy populacji stały się w br. przedmiotem bardzo żywej międzynarodowej dyskusji na łamach amerykańskiego kwartalnika C. A.

Kierunek metodyczny wykrył wiele innych metod analizy i opisu materiału, jak: kompleksowy wskaźnik podobieństwa listewek skórnych, obliczanie pojemności czaszki na podstawie obwodu poprzecznego i łuku poziomego, model genetyczny dla cech ciągłych.

Natomiast wskaźniki przyrodnicze podobieństwa i taksonomia wrocławska powstały przy okazji współpracy antropologów z matematykami. Cenną pozycję stanowi klucz do określeń typologicznych opracowany dla odmiany białej, oparty na konwencjach szkoły łódzkiej. Klucz ten został opracowany w zakładzie wrocławskim dla zobiektywizowania łódzkiego systemu typologicznego. Dzięki skonstruowaniu tego klucza każdy kto tylko dysponuje odpowiednią ilością zespołu cech osobnika potrafi wyznaczyć automatycznie przynależność osobnika do któregoś z opisywanych przez twórcę szkoły łódzkiej typów rasowych. W ten sposób procedura określania systematycznego przestała być sztuką pilnie strzeżoną, a powstała możliwość kontrolowania poprawności określeń szkoły łódzkiej.

Badania w zakresie etnogenezy dały najwięcej prac oryginalnych, z których największą i najważniejszą w tej dziedzinie jest zagadnienie etnogenezy ludów Europy. Badania wykonano na przeszło 16 000 czaszek z okresu od mezolitu do wczesnego średniowiecza.

W oparciu o ten materiał otrzymano syntezę przeobrażeń etnicznych, jakim uległa Europa w okresie co najmniej czterech tysięcy lat.

Badania nad ludnością autochtoniczną Ziemi Zachodnich dały bardzo ważne wyniki; ludność autochtoniczna Warmii i Mazur nawiązuje swoim składem antropologicznym do sąsiednich powiatów obszaru międzywojennego Polski. Ludność autochtoniczna Śląska nawiązuje do strefy antropologicznej beskidzkiej. Wyniki tych badań podważyły twierdzenie antropologów niemieckich o przynależności Śląska do niemieckiego obszaru nordycznego.

W Zakładzie wykonana została mapa antropologiczna środkowej i wschodniej Polski. Materiały antropologiczne dotyczące obecnej ludności zachodniej i północnej Polski są w stadium ich gromadzenia i opracowywania.

Poza tym wykonano wiele analiz antropologicznych krajów europejskich i pozaeuropejskich.

W ramach Millenium Zakład prowadzi prace wykopaliskowe w wielu miejscowościach Śląska. Wymienić tu można m.in. cmentarzysko halsztacko-lateńskie w Sobocisku oraz wczesnośredniowieczne cmentarzysko w Groszowicach, Krzanowicach, Opolu, Czeladzi i Miliczu. To ostatnie cmentarzysko eksplorowane jest od kilku lat, ponieważ jest wielowarstwowe i zawiera szkielety od wczesnego średniowiecza do XIV wieku. Jest to najbogatsze stanowisko z dotychczas odkrytych. Będzie można na nim prześledzić zmiany w strukturze ludności autochtonicznej i porównać z dziś żyjącą ludnością autochtoniczną tej miejscowości. Zanalizowano również materiały wczesnośredniowieczne z Gródka nad Bugiem. Publikacja tej analizy jest pracą pięciu autorów, w tym jednego archeologa.

Trzecim zasadniczym kierunkiem badań prowadzonych w Zakładzie jest antropologia filogenetyczna. Badania te są prowadzone albo analizą anatomiczno-porównawczą, albo metodami statystycznymi. Te ostatnie prowadzone są konsekwentnie i stanowią w Polsce absolutną nowość, a także w skali światowej należą do rzadkości. W pracowni antropogenezy uzyskano bardzo interesujące wyniki dzięki oparciu o precyzyjne metody, m.in. o wskaźniki dymorfizmu. W pracowni wykonano 20 prac z dziedziny antropogenezy, z których 18 opublikowano, zaś dwie znajdują się w druku. Poza tym wykonano pierwsze w Polsce próby rekonstruowania form kopalnych, zarówno odtwarzanie czaszek z fragmentów, jak całych popiersi.

Prace, jak dotąd, dały wyniki w dziedzinie rekonstrukcji czaszek. Co do popiersi, to trudności są duże ze względu na konieczność współpracy z plastykami. Niemniej pierwsze wyniki, jakkolwiek dyskusyjne, obudziły pewne zainteresowanie w Japonii, Egipcie i południowej Afryce. Przeprowadzono analizę szczegółową najstarszego znaleziska, jakim okazał się człowiek z Siemonii oraz jedyne mezolityczne stanowisko w Polsce z Janisławic.

Do pewnych ważnych osiągnięć tego kierunku należy zaliczyć stwierdzenie zależności między szybkością ewolucji mózgu a szybkością różnicowania się narzędzi. Na podstawie krzywych obydwu zjawisk można stwierdzić: po pierwsze, że obydwa procesy postępują z rosnącą prędkością, a po drugie, że wzajemny stosunek prędkości tych procesów uległ w pewnym momencie charakterystycznemu odwróceniu. Mózg staje się elementem bardziej konserwatywnym niż kultura. Postęp kultury wyzwalał się w zależności od ewolucji mózgu i sam zaczął tą ewolucją kierować, zmieniając rolę skutku ewolucji na rolę przyczyny. Ważność tego stwierdzenia polega na tym, że wychodząc z analizy zjawisk biologicznych dochodzi się do problematyki kulturowej współczesnego społeczeństwa. Do kierunku tego zalicza się kilkanaście analiz antropologicznych z antropologii morfologicznej.

Analiza międzyodmianowa zatok szczękowych, której podstawą były zdjęcia rentgenowskie z pozycji tylnoprzodniej i bocznej na 412 czaszkach odmian ludzkich: białej, czarnej, żółtej i australijskiej, dała bardzo interesujące rezultaty. Przede wszystkim stwierdzono istotne różnice w zatokach szczękowych między poszczególnymi odmianami. Analizę przeprowadzono metodami kompleksowymi uwzględniając różnice odmianowo-płciowo-wiekowe w trzech wymiarach szczękowych. Wyniki te mają duże znaczenie dla laryngologii. W pracy tej brało udział 5 autorów: antropolog, 2 laryngologów, kardiolog, matematyk.

Antropologię dynamiczną reprezentują prace o budowie somatycznej i składzie typologicznym narciarzy, lekkoatletów i wiele innych podobnych analiz z pogranicza teorii wychowania fizycznego i typologii somatycznej.

Przy pomocy wskaźników dymorfizmu zanalizowano czaszki lapońskie, murzyńskie, australijskie i kilka różnych serii odmiany białej. W wyniku analizy morfologicznej kości ramiennej u człowieka stwierdzono tam istnienie dymorfizmu płciowego i wybrano dla niego cechy diagnostyczne. Natomiast nie stwierdzono, wbrew przekonaniom praktyków, asymetrii kości ramiennej u człowieka.

W badaniach nad budową stopy i podudzia stwierdzono istnienie całego splotu różnych związków, które w konsekwencji doprowadziły do wydzielenia typów fantomów stopy i podudzia, co ma praktyczne znaczenie w przemyśle obuwniczym, zwłaszcza przy produkcji butów z cholewami.

Badania nad budową somatyczną schizofreników pozwoliły ustalić, że budowa ciała badanych schizofreników wykazuje przewagę leptosomatyczną. Najmniej zauważono wśród chorych osobników o budowie pyknicznej. Wykazano istotne różnice w składzie somatycznym schizofreników w porównaniu z przeciętną populacją polskiej.

W kierunku czwartym przeprowadzono badania rozwoju ontogenetycznego człowieka. Do roku 1960 analizy nasze opierały się na materiałach przekrojowych. Dały one m.in. nomogram rozwoju i anomalii chłopców i dziewczynek do lat dwóch. Nomogram ten pozwala jednoznacznie oceniać stopień rozwoju dzieci. Ocena ta ma duże znaczenie diagnostyczne dla pediatrów.

Opracowany fragment posiadanych materiałów przekrojowych wykazał słabe zróżnicowanie w cechach somatycznych między młodzieżą szkolną miejską i wiejską. Ta tendencja do wyrównywania się różnic międzyśrodowiskowych podkreślana już była niejednokrotnie w literaturze naszej i zagranicznej. Pierwsze wyniki

z materiałów, które w przyszłości będą miały charakter ciągły, dotyczą oceny stanu zahartowania młodzieży. Ocena taka wiąże się ściśle ze zdrowotnością badanej populacji. W określonym planie główny nacisk położono na badania zmian czynnościowych analizatora czucia temperatury oraz reakcji naczyniowych na działanie zimna. Okazało się, że 69% dzieci wykazuje zahartowanie przeciętne lub większe niż przeciętne. Pozostałe dzieci wykazują wyraźne objawy niezahartowania.

Badania rozwoju zdolności motorycznej dzieci w młodszym wieku szkolnym pozwoliły stwierdzić stosunkowo wysoki poziom wskaźnika rozwoju zdolności ruchowych, polegający na wyprzedzaniu zdolności ruchowych w stosunku do wieku metrykalnego. Udało się również uchwycić duże różnice w ocenie dziewcząt i chłopców na korzyść dziewcząt, jak również zauważono znaczne różnice środowiskowe w rozwoju motoryki pomiędzy dziećmi miejskimi i wiejskimi.

Badania nad wysklepieniem stopy oraz obserwacje zmian, jakie zachodzą w jej wielkości pod wpływem różnorodnych czynników doprowadziły do pozytywnych wyników. Zaproponowany przyrząd do mierzenia wysklepienia stopy i miernik w postaci kompleksowego wskaźnika pozwolił na uchwycenie zmian w rozwoju osobniczym oraz zmian, jakie wywołują w wysklepieniu stopy uprawiane dyscypliny sportowe, dodatkowe obciążenie, wykonywane zawody, warunki terenowe, dymorfizm płciowy i postawa. Okazało się, że wysklepienie stopy jest największe u sportowej kadry narodowej i osób zatrudnionych w balecie. U tych osobników wielkość wskaźnika jest ściśle powiązana z ich uzdolnieniami ruchowymi. Jedynie boks na skutek swojej specyfiki sprzyja obniżeniu wskaźnika, prowadząc aż do rzekomego płaskostopia.

Badania procesów starzenia zaplanowane na dużą miarę i na długi okres dały dotychczas jedynie wyjaśnienie przyczyny dużego odsetka dysharmoników w wieku starczym o jasnych oczach i ciemnych włosach, a przeciwnie w wieku młodszym — o jasnych włosach i ciemnych oczach. Przyczyny tego tkwią w jaśnieniu rogówki w wieku starczym oraz ciemnieniu włosów w wieku rozwojowym. Odsetek dysharmoników wśród chorych na raka jest kilkakrotnie większy niż u starców wybranych losowo.

Piątym zasadniczym kierunkiem są problemy związane z genetyką człowieka. Od bardzo niedawna, bo dopiero od lat 50, datuje się burzliwy rozwój nowego działu antropologii, mianowicie badań nad przebiegiem procesów mikroewolucyjnych we współczesnych populacjach ludzkich. Szczególnego rozmachu, zwłaszcza w krajach anglosaskich, nabrały badania nad doбором naturalnym u człowieka. W tej dziedzinie Zakład nasz ma do zanotowania jedno poważne osiągnięcie. Stwierdzono bowiem na dużym materiale antropologicznym 6200 rodzeństw, że osobnicy średniogłowi, mezocefaliczni, mają przeciętnie więcej żyjącego rodzeństwa niż osobnicy należący do skrajnych kategorii kształtu głowy. Z tych ostatnich zaś rodzeństwa skrajnych krótkogłowców są przeciętnie nieco liczniejsze niż rodzeństwa skrajnych długogłowców. Fakty te zdaje się potwierdzać hipoteza, że problem brachycefalizacji trwający od kilkuset lat w wielu populacjach ludzkich wywołany jest działaniem doboru naturalnego, polegającego na eliminacji osobników długogłowych. Z drugiej strony wysoka rozrodczość osobników mezocefalicznych sugeruje, że badane populacje, które w ciągu ośmiu stuleci wykazały zmianę wskaźnika głowy o 8 jednostek, wchodzą już w stadium równowagi genetycznej wywołanej selekcją przeciw bydywom homozygotom. Jest to, jak się zdaje, pierwszy w literaturze światowej przypadek doświadczalnego stwierdzenia działania doboru naturalnego na cechę ciągłą, poligeniczną. Warto dodać, że sukces ten zachęcił grupę pracowników zajmującą się tym zagadnieniem do podjęcia dalszych badań nad doбором w cechach ciągłych, tym razem na znacznie już większą skalę. Nie bez znaczenia jest tutaj fakt, że Zakład jest w posiadaniu jedynych bo-

daj na świecie materiałów o liczebności pozwalającej na skuteczne zaatakowanie zagadnienia tego rodzaju. Materiały takie zebrała Komisja Antropometrii.

W związku z badaniami nad brachycefalizacją podjęto próbę zbudowania genetycznego modelu dziedziczenia kształtu głowy, w oparciu o hipotezę, że cecha ta jest determinowana przez dwa niezależne lokusy. Model ten pozwala na oszacowanie współczynnika selekcji w tej cesze, jeśli mamy dane dotyczące co najmniej dwóch pokoleń.

W zakresie tego kierunku zbierane są i opracowywane materiały rodzinne i bliźniąt.

W ostatnim okresie zaznaczyła się na terenie Zakładu wyraźna tendencja do zmiany sposobu pojmowania natury zróżnicowania rasowego u człowieka. Te nowe ujęcia będące często w Zakładzie przedmiotem ostrych dyskusji kształtują się pod silnym wpływem tzw. nowej systematyki i poglądów amerykańskiej szkoły antropologicznej. Zmierzają one do odrzucenia tradycyjnej typologicznej koncepcji rasy i do przeszczerpienia na grunt antropologii aparatu pojęciowego genetyki populacyjnej i neodarwinizmu. Wedle tych poglądów nie da się w sposób obiektywny i genetycznie usprawiedliwiony podzielić populacji wykrzyżowanej na czyste i mieszane typy antropologiczne. Centralnym problemem antropologii powinny być nie klasyfikacje i systematyka, lecz procesy rasotwórcze i mikroewolucyjne.

Przyjęcie tego nowego punktu widzenia znacznie zmienia i rozszerza problematykę antropologii rasowej. Ponieważ najprzystatniejsze do analizy rasowej są cechy o znanym sposobie dziedziczenia, przeto zagadnienia genetyki ludzkiej stają się w nowej antropologii problemem pierwszoplanowym. Z drugiej strony przy posługiwaniu się cechami mającymi skomplikowany, niezupełnie jeszcze znany sposób dziedziczenia, znacznie baczniejszą niż dawniej uwagę zwraca się na ich plastyczność, aby w międzypopulacyjnej zmienności takich cech oddzielić składową genetyczną od środowiskowej. To zaś wiąże antropologię rasową zajmującą się zagadnieniem kształtowania się cech w toku ontogenezy. Ponieważ warunkiem koniecznym wszelkich procesów rasotwórczych jest izolacja, więc uwaga antropologów koncentruje się na badaniach izolatów. Podstawowym obiektem badawczym antropologii jest zatem izolowana, wykrzyżowana populacja mendelistyczna. W tej nowej koncepcji istnieją pewne ograniczone, lecz realne możliwości zużytkowania tradycyjnej koncepcji składu antropologicznego przez nową antropologię opartą na genetyce populacyjnej. Jeśli się mianowicie skonstruuje pojęcie składu w pewien określony sposób, wówczas okaże się, że pojęcie to można zupełnie odciąć od tradycyjnej typologii i od związanych z nią koncepcji genetycznych, takich jak typy czyste i mieszane. Skład antropologiczny może oddać pewne usługi przy porównywaniu ze sobą populacji blisko spokrewnionych. Porównanie takie wymaga jednak uprzedniego założenia: 1) plastyczność cech, na podstawie których skład ma być obliczony równa się zeru; 2) cechy te nie podlegają działaniu mechanizmów genetycznych, innych niż hybrydyzacja, w szczególności nie podlegają działaniu selekcji (doboru naturalnego). Obydwa te założenia są oczywistymi uproszczeniami, jednakże w niektórych konkretnych sytuacjach wolno je uznać za dopuszczalne.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że spośród 20 prac wykonanych w latach 1960—1961, aż 8 jest dziełem zespołów autorskich antropologów z nie antropologami, szczególnie z matematykami, lekarzami, archeologami, co jest niewątpliwie przejawem nowoczesności.

Załączony diagram ilustruje rozwój kadry naukowej i ilość prac naukowych Zakładu. Załamanie się linii publikacji w 1955 r. spowodowane zostało akcją Komisji Antropometrii, w której wzięła udział większość pracowników Zakładu.

Kadra naukowa z trzyosobowej w 1953 r. urosła do 19-osobowej, łącznie z asystentami techniczno-naukowymi. W roku 1956 zmarł prof. J. Mydlarski, a obo-

wiązki kierownika pełnił do 1961 r. prof. Adam Wanke, który dopiero w lutym 1962 r. został powołany na stanowisko kierownika Zakładu. Liczba samodzielnych pracowników Zakładu z 4-osobowej spadła do 1-osobowej. W roku 1961 trzech adiunktów Zakładu promowało się na doktorów, jeden starszy asystent przeprowadził obronę pracy doktorskiej. Pięciu dalszych pracowników ma otwarte przewody, a siedmiu uczęszcza na seminaria doktorskie. Jeden z adiunktów ma już zaawansowaną pracę habilitacyjną. Szereg pracowników wyjeżdża za granicę. Jeden z nich przebywał 10 miesięcy w Stanach Zjednoczonych na stypendium Rockefellera, drugi otrzymał trzykrotnie stypendium naukowe w Akademii Nauk NRF, gdzie wykładał i uczył tamtejszych pracowników naukowych metod taksonomicznych opracowanych przez Zakład. Obecnie po raz czwarty wyjeżdża dla wspólnego opracowania materiałów, znajdujących się w Katedrze Antropologii w Monachium. Trzeci adiunkt brał dwukrotnie udział w ekspedycjach do Egiptu i Bułgarii, gdzie zebrał materiały do swojej pracy habilitacyjnej. Czwarty wyjechał jednorazowo do Jugosławii i Szwecji. Pracownicy Zakładu brali również udział w międzynarodowych zjazdach w Czechosłowacji i na Węgrzech.

Zakład prowadzi własne wydawnictwo Materiały i Prace Antropologiczne. Ukazały się dotychczas 62 zeszyty obejmujące 74 tytuły prac oryginalnych, łącznie 496 arkuszy drukarskich. Prace drukowane są w języku polskim lub językach obcych (angielski, niemiecki, rosyjski, czeski). Prace polskie opatrzone są streszczeniami w językach kongresowych, prace w językach obcych posiadają streszczenia polskie. Wydawnictwo jest szeroko rozprowadzone za granicą i wymieniane na czasopiśmie obce. Ogółem Zakład otrzymuje w drodze wymiany około 200 publikacji rocznie. Zakład współpracuje z innymi placówkami PAN i katedrami innych uczelni w zakresie anatomii, fizjologii, immunologii, pediatrii, ortopedii, interny, psychologii, pedagogiki, archeologii, etnografii itp. Zakład nawiązał liczne kontakty z czołowymi zagranicznymi placówkami naukowymi. Wyrazem tej współpracy są odwiedziny uczonych zagranicznych w Zakładzie, jak również zainteresowanie pracami w Zakładzie. Sesje i konferencje naukowe prowadził Zakład wspólnie z Polskim Towarzystwem Antropologicznym, Anatomicznym i Komitetem Antropologicznym.

Pamiętać należy, że szereg akcji, który swoim zasięgiem wyszedł daleko poza Zakład, zainicjowany został właśnie w naszej placówce, np. Komisja Antropometrii i badania ontogenetyczne. Akcje Komisji Antropometrii oparte prawie wyłącznie o pracowników naszego Zakładu, którzy przeciętnie dwa lata pracowali w terenie, zebrały materiały mające być w przyszłości własnością Zakładu. W oparciu o Zakład opracowane są wszystkie wyniki i dane dla różnych resortów, co wymaga również dużo pracy organizacyjnej. Przy Zakładzie istnieje ośrodek specjalny dla przeprowadzania ekspertyz o dochodzenie ojcostwa. W sumie wykonano 304 ekspertyzy dla sądów powiatowych i wojewódzkich w całej Polsce. Obecnie wykonuje się około 100 ekspertyz rocznie. W związku z tymi badaniami prowadzone są badania rodzinne; do roku 1961 zbadano 91 rodzin, w tym 542 osobniki, z tego 393 osobników potomnych. W materiale tym znajduje się 12 rodzin wielopokoleniowych. Dla tych samych celów prowadzi się systematycznie badania bliźniąt. Do dnia dzisiejszego zbadano 150 par, w tym około 60 par jednojajowych, kilka trojaczków i czworaczków.

Upowszechnianie i popularyzacja wiedzy antropologicznej jest prowadzona bardzo szeroko przez wydawnictwa popularnonaukowe, odczyty, wystawę antropogenezy, radio i telewizję. W ośrodku wrocławskim istnieje sekcja antropologiczna w Towarzystwie Wiedzy Powszechnej.

Dziedzina przenoszenia wyników badań do praktyki stanowi oddzielny rozdział dorobku Zakładu. Rozdział ten stanowią badania antropometryczne ludności Polski

przeprowadzane w celach gospodarczych i naukowych od 1955 r. Liczne resorty, jak widać na załączonym diagramie, zwracają się obecnie wprost do Zakładu o dostarczenie różnych danych pomiarowych związanych z budową ciała człowieka i dane te otrzymują.

Ważnym odcinkiem pracy Zakładu, a jednocześnie przykładem praktycznej użyteczności antropologii są ekspertyzy antropologiczne dla sądownictwa.

Rada Naukowa Zakładu zbierała się co najmniej dwa razy do roku. Jej rola nie ograniczała się wyłącznie do uchwalenia spraw formalnych, ale jej członkowie, przede wszystkim Przewodniczący Rady, brali czynny udział w seminariach i pracach Zakładu. Nie będzie przesadą, że Zakład, który korzysta zresztą w wielkim stopniu z doświadczeń członków Rady Naukowej, grupujących najwybitniejszych przedstawicieli innych ośrodków antropologii i dyscyplin pokrewnych, jest z natury rzeczy instytucją pilotującą całą dyscyplinę w naszym kraju.

Profil Zakładu na najbliższą przyszłość zarysowuje się następująco:

1. Kontynuacja badań etnogenetycznych (szczególnie wykopaliskowych związanych z Millenium).

2. Znaczna rozbudowa badań nad rozwojem osobniczym (zwłaszcza opartych na materiałach ciągłych).

3. Zakrojone na dużą skalę badania nad doborem naturalnym człowieka (jest to kierunek zainteresowań zupełnie nowy, będzie wymagał współpracy z innymi dyscyplinami).

4. Badania nad genetyką osobnika.

Trudno w tak krótkim referacie przedstawić wszystkie osiągnięcia i zamierzenia Zakładu. Przedstawione wyniki nie mają charakteru ostatecznego, zachodzi więc konieczność ich kontynuowania.

W związku ze zbliżającym się Międzynarodowym Rokiem Biologicznym UNESCO Zakład Antropologii PAN jest w pełni przygotowany do podjęcia pewnych tematów wchodzących do jego generalnych problemów, mianowicie: „badań praw dziedziczności w społeczeństwie ludzkim i badań środowiska otaczającego człowieka pod kątem dokonywających się w nim zmian spowodowanych działalnością ludzką”.

Adam Wanke

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU II POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Dnia 29 października 1962 r. odbyła się w Warszawie Sesja Plenarna Wydziału II PAN. Na wstępie prof. dr Roman Kozłowski podzielił się z zebranymi swymi wrażeniami z ekspedycji przedrozpoznawczej do Mongolii, która miała miejsce w październiku 1962 r.

Po dyskusji nad powyższym sprawozdaniem oraz nad sprawą przekształcenia Zakładu Ekologii PAN w Instytut Ekologii PAN przystąpiono do głosowania nad przyznaniem nagród wydziałowych na 1962 r. W wyniku tajnego głosowania przyznano na 1962 r. dwie nagrody wydziałowe po 10 tys. złotych. Otrzymali je: dr K. Kępczyński za pracę z dziedziny botaniki oraz doc. dr W. Ostrowski i dr Z. Walczak za pracę z zakresu biochemii.

W części organizacyjnej sesji rozpatrzono z wynikiem pozytywnym następujące wnioski Rad Naukowych placówek o nadanie pracownikom naukowym stopnia doktora nauk przyrodniczych:

1) mgr Elwirze Lisowskiej (Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej), która wykonała pod kierunkiem prof. dr Tadeusza Baranowskiego pracę pt. „Izolowanie, budowa i własności serologiczne mukoproteidu z krwinek końskich” (recenzenci: prof. prof. T. Korzybski i E. Mikulaszek),

2) mgr Ryszardowi Wojtowskiemu (Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej), który wykonał pod kierunkiem prof. dr Bogusława Bobrańskiego pracę pt. „Synteza pochodnych amidu kwasu fenylo-dwualilooctowego oraz α -fenylo- α -alilo- γ -walerolaktanu” (recenzenci: prof. prof. J. Świdorski i L. Kuczyński),

3) mgr Eugenii Łapińskiej-Michalskiej (Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej), która wykonała pod kierunkiem prof. dr Adama Skurbskiego pracę pt. „Zachowanie się leukocytów człowieka i różnych gatunków zwierząt w odczynie fagocytarnym *in vitro*” (recenzenci: prof. prof. M. Gamski i S. Słopek),

4) mgr Wandzie Koperowej (Instytut Botaniki), która wykonała pod kierunkiem prof. dr Wł. Szafera pracę pt. „Późnoglacialna i holocenska historia roślinności Kötliny Nowotarskiej” (recenzenci: prof. dr A. Środoń i doc. dr J. Bobrowska),

5) mgr Tadeuszowi Tacikowi (Instytut Botaniki), który wykonał pod kierunkiem prof. dr B. Pawłowskiego pracę pt. „Rząd: Myrtales, Mirtowce” (recenzenci: prof. prof. Z. Czubiński i J. Kornas),

6) mgr Marii Sychowej (Instytut Botaniki), która wykonała pod kierunkiem prof. dr B. Pawłowskiego pracę pt. „Fenologia kwitnienia i owocowania zespołów upraw polnych w Kostrzu koło Krakowa” (recenzenci: prof. prof. Z. Czubiński i J. Kornas),

7) mgr Janinie Oszast (Instytut Botaniki), która wykonała pod kierunkiem prof. dr Władysława Szafera pracę pt. „Analiza pyłkowa ilów tortońskich ze Starych Gliwic” (recenzenci: prof. dr M. Kostyniuk i doc. dr J. Dyakowska),

8) mgr Krystynie Grodzińskiej (Instytut Botaniki), która wykonała pod kierunkiem prof. dr B. Pawłowskiego pracę pt. „Zespoły łąkowe i polne Wzniesienia Gubałowskiego” (recenzenci: prof. prof. Z. Czubiński i J. Kornaś),

9) mgr Januszowi Nowakowi (Instytut Botaniki), który wykonał pod kierunkiem prof. dr Józefa Motyki pracę pt. „Naskalne zespoły porostów wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej” (recenzenci: prof. prof. Z. Czubiński i T. Sulma),

10) mgr Leszkowi Kuźnickiemu (Instytut Biologii Doświadczalnej), który wykonał pod kierunkiem prof. dr Jana Dembowskiego pracę pt. „Badania nad odwracalną immobilizacją *Paramecium caudatum* wywołaną przez niektóre narkotyki i sole nieorganiczne” (recenzenci: prof. prof. A. Pigoń i Z. Raabe),

11) mgr Irenie Stępień (Instytut Biologii Doświadczalnej), która wykonała pod kierunkiem prof. dr J. Komorskiego pracę pt. „Własności czynnościowe kory czuciowo-ruchowej psów badane metodą ruchowych odruchów warunkowych i usuwania kory mózgowej” (recenzenci: prof. prof. L. Lubińska i E. Herman),

12) mgr Ryszardowi Bielańskiemu (Instytut Zoologiczny), który wykonał pod kierunkiem prof. dr Janusza Nasta pracę pt. „Epilachninae obszaru Australijskiego (*Coleoptera*, *Coccinellidae*)” (recenzenci: prof. prof. T. Jaczewski i S. Kapuściński),

13) mgr Sędzimirowi Klimaszewskiemu (Instytut Zoologiczny), który wykonał pod kierunkiem prof. dr Janusza Nasta pracę pt. „Krajowe gatunki z rodzaju *Psylla* Geoff.” (recenzenci: doc. dr Wł. Bazyluk i prof. dr T. Jaczewski).

K. Św.

WALNE ZGROMADZENIE POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika zorganizował w Krakowie w dniach 24—25 listopada 1962 r. Walne Zgromadzenie Towarzystwa, poprzedzone plenarnym zebraniem Zarządu Głównego w dniu 23 listopada, z udziałem przedstawicieli poszczególnych oddziałów Towarzystwa. Najważniejsze elementy ze sprawozdań oddziałów uwzględnione zostały w sprawozdaniu prezesa Towarzystwa na Walnym Zgromadzeniu.

W części naukowej Zjazdu prof. dr Włodzimierz Michajłow wygłosił referat pt. „Niektóre zagadnienia ewolucji w świetle parazytologii”. Tekst referatu podajemy w streszczeniu.

Parazytologia współczesna znajduje oparcie w myśli ewolucyjnej, ewolucjonizm zaś czerpać może wiele nowych idei z odrębnego działu nauki o pasożytnictwie — parazytologii ewolucyjnej. Określone dane z nauki o pasożytach mogą mieć zdecydowaną wymowę w ramach podstawowych działów współczesnego ewolucjonizmu.

Pasożytnictwo jest zjawiskiem polifiletycznym. Gromady w całości pasożytnicze znaleźć można w bardzo odległych od siebie odgałęzieniach drzewa genealogicznego, co wyklucza istnienie między nimi bliższego pokrewieństwa i wskazuje na fakt powstawania ich niezależnie od siebie, w różnych okresach historycznych i na różnym poziomie rozwoju ewolucyjnego. Temu „wielkiemu” polifiletyzmowi pasożytnictwa towarzyszy różnorodność pochodzenia pasożytów w zasięgu jednostek mniejszych od gromady. Wielki polifiletizm pasożytnictwa, jak też powstawanie nowych gatunków i rodzajów w wyniku przejścia do pasożytniczego trybu życia są poważnym dowodem na rzecz ewolucji.

Pasożytnictwo było zarazem zjawiskiem poligenicznym. Prowadziło do niego

wiele dróg. Na przykład większość pasożytniczych robaków płaskich powstała zapewne z wolnożyjących przodków drogą połykania przez przyszłych żywicieli wraz z pokarmem; larwy niektórych nicieni dostają się wprost ze środowiska zewnętrznego poprzez skórę człowieka do jego narządów wewnętrznych i przewodu pokarmowego. Znane są przypadki przechodzenia pasożytów w ciągu swego życia od ektopasożytnictwa do endopasożytnictwa.

Istnieje rozdział parazytologii w całości poświęcony zagadnieniom ewolucyjnym; dotyczy on tzw. reguł parazytogenetycznych. Wiele gatunków żywicieli ma właściwego sobie pasożyta związanego z ich życiem i obyczajami, np. każdy rząd ptaków ma swoją faunę tasiemców. Zjawisko ujęto w tzw. regułę Fahrenholza, która głosi, że na podstawie występowania podobnych albo przeobrażonych pasożytów na różnych żywicielach można wyciągnąć wnioski o przeszłości i ewolucyjnych powiązaniach organizmów żywicielskich.

Analiza parazytofauny żywicieli stała się pomocniczą metodą przy ustalaniu własnego ich rodowodu. Niezależnie od tego posługiwanie się porównawczą analizą parazytofauny może być pomocne przy ustalaniu względnego wieku różnych grup żywicieli. Dobrze zbadane przypadki mogą dać dowody na istnienie paralelizmu rozwoju ewolucyjnego żywicieli i ich pasożytów. Na przykład różnym grupom zwierząt kopytnych towarzyszą od czasu ich różnicowania się określone rodziny i rodzaje pasożytniczych owadów — gzów. Nicienie oraz wszy towarzyszą od ecocenu małpom szerokonosym i wąskonosym, różnicują się równolegle do ich podziału na szczepy. Jednakże nie zawsze zgodność taka miała miejsce. Istnieją liczne przykłady braku „wierności” pasożytów względem żywicieli, wskazać też można na przygodny, nie zaś historycznie ukształtowany charakter składu parazytofauny wielu żywicieli. Do takich pasożytów nabywanych w związku z określonymi warunkami życia należą np. pchły z drobnych ssaków, niektóre pasożytnicze przywry ryb, pewne endopasożytnicze przywry ptaków.

Przeciwstawiając się absolutyzacji „reguł parazytogenetycznych” stwierdza się, iż pewne prawidłowości ujmowane w tych regułach rzeczywiście zachodzą w przyrodzie. Paralelizm rozwoju filogenetycznego pasożytów i ich żywicieli zachodzi w przyrodzie, choć jego występowanie zależy od wielu czynników, w szczególności ekologicznych; ważna jest specyficzność układu „żywiciel-pasożyt”. Analiza tych reguł wykazuje, że pasożytnictwo jest samo przez się jednym z czynników ewolucji zwierząt.

Należy wyjaśnić, w jakim stopniu różnorodne zjawiska związane z pasożytnictwem mogą zaważyć na sądach o istocie ewolucji i jej mechanizmie. Wzajemne stosunki pasożytów i ich żywicieli są stosunkowo mało poznane. Dla powstania związku o charakterze pasożytnictwa spełnione być muszą liczne warunki ekologiczne, fizjologiczne itp.

Odrębnym zagadnieniem jest swoistość, czyli specyficzność. Tu odróżnić należy przypadkową odporność tzw. naturalną czyli pierwotną, będącą wyrazem niezgodności biochemicznej organizmów żywiciela i pasożyta oraz odporność nabytą, wtórną, powstałą w wyniku stałych kontaktów żywicieli i pasożytów i będącą wyrazem walki tych organizmów o byt. Z punktu ewolucyjnego ważny jest fakt, że odporność jest właściwością zmienną. Zmienność indywidualna odporności żywicieli i pasożytów sprawia, iż obserwować można pewien etap ewolucyjnego kształtowania się pasożytnictwa. Odporność pasożytów zabezpiecza je przed szkodliwą akcją żywiciela. Może ona być, analogicznie jak to miało miejsce u żywiciela, pierwotna i wtórna, wrodzona i nabywana. Specyficzność traktuje się obecnie jako pewnego rodzaju odwróconą wypadkową pomiędzy odpornością żywicieli oraz ich pasożytów.

Na tle interpretacji zjawisk wzajemnych stosunków pasożytów i żywicieli powstało pojęcie układu „pasożyt-żywiciel”, jako swoistej jednostki biologicznej.

Badania istoty tego systemu stanowią główny problem zainteresowań parazytologii ogólnej. Przedmiotem badań są tu układy właściwe i przygodne. Pewne fakty, stwierdzone w Zakładzie Parazytologii PAN, dowodzą, iż specyficzność może ulegać wahaniom sezonowym. Na przykład organizm spełniający rolę głównego żywiciela może zejść w innej porze roku do roli żywiciela pomocniczego. Krąg głównych i pomocniczych żywicieli pewnych pasożytów jest odmienny w różnych szerokościach geograficznych. Zjawisko to nosi nazwę wikariatu parazytologicznego.

Zmienność układów „pasożyt-żywiciel” może mieć dla ewolucji pasożytów ogromne znaczenie. Fakt istnienia układów „pasożyt-żywiciel” jest jakimś dowodem, że powstały one w wyniku działania doboru naturalnego, który działa w kierunku utrwalenia układu jako swoistej jednostki biologicznej. W przypadku pasożytnictwa dobór działa w kierunku zachowania przy życiu obu ogniw układu, a więc zarówno żywiciela jak i pasożyta.

Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja.

Część organizacyjną Zjazdu rozpoczęto sprawozdaniem za okres 1959—1962, wygłoszonym przez Prezesa Towarzystwa, prof. dr Kazimierza Maślankiewicza.

Przytoczymy pewne najważniejsze elementy sprawozdania.

Zgodnie z przepisami statutu Zarząd Główny powinien zwoływać Walne Zgromadzenie Towarzystwa raz do roku. Nie dotrzymano terminu głównie ze względu na poważne trudności finansowe, z jakimi boryka się Towarzystwo od szeregu lat. Dopiero bowiem w 1962 r. udało się finanse Towarzystwa doprowadzić do pełnej równowagi. W okresie sprawozdawczym ograniczono się do zwoływania sporadycznych posiedzeń Zarządu Głównego. Taka sytuacja narzuca konieczność zmiany odpowiednich przepisów statutu, regulujących częstość zwoływania Walnego Zjazdu.

Prezes Towarzystwa zakomunikował, iż uchwały, podjęte na poprzednim Walnym Zjeździe, zostały załatwione pozytywnie.

Linia wytyczną Zarządu Głównego było przede wszystkim utrzymanie dotychczasowych wydawnictw. Z konieczności podjęto uchwałę, aby Oddziały przekazywały Zarządowi Głównemu 30% swych wpływów ze składek członkowskich. W latach poprzednich całość wpływów użytkowana była na własną działalność. To zarządzenie zdopingowało Oddziały do energiczniejszego ściągania składek. Akcja ta jednak w pewnej mierze stała się przyczyną zmniejszenia ogólnej liczby członków o około 10%.

Oddziały kontynuowały na ogół dawniejsze formy działalności. Z reguły więc organizowano posiedzenia naukowe z odczytami, referatami i komunikatami. W Oddziałach dużym zainteresowaniem cieszyła się akcja zwiedzania zakładów wyższych uczelni i innych instytucji naukowych. Dużym powodzeniem cieszyły się pokazy filmów przyrodniczych. Zdały egzamin organizowane kursy fotografii przyrodniczych, mikroskopii, statystyki matematycznej dla biologów. Na pierwsze miejsce jak w latach poprzednich wysuwa się Oddział Krakowski, który w okresie sprawozdawczym zorganizował 87 posiedzeń, nie licząc 25 zorganizowanych w filii katowickiej. Ośrodek ten oddalony o 100 km od Krakowa liczy w chwili obecnej 200 członków. Oddział Krakowski uznał sytuację za całkowicie dojrzałą do powołania w Katowicach samodzielnego Oddziału. Ożywiła się działalność Oddziału Lubelskiego po objęciu przewodnictwa przez doc. dr Kazimierza Matysiaka. Udało się zorganizować na tym terenie szereg referatów naukowych, liczne wycieczki z dużą frekwencją. Oddział wprowadził nową formę członkostwa w postaci przyjęcia jako członków 17 szkół woj. lubelskiego. Oddział ten w ogóle rozwija intensywną działalność na terenie szkół. Ożywił wydatnie swą działalność Oddział Łódzki. Liczba członków wzrosła tu ostatnio z 300 do 370. Staraniem Oddziału założono w Piotrkowie Koło liczące 24 osoby.

Ożywioną działalność prowadziły Oddziały w Puławach, Toruniu i Szczecinie. Ciekawą inicjatywę przejawiał Oddział w Toruniu, organizując dla swoich członków wycieczkę do Czechosłowacji. Stosunkowo najgorzej przedstawia się działalność Oddziału Wrocławskiego. Szanse na poprawę sytuacji daje zgoda prof. dr Adama Wankego na objęcie przez niego kierownictwa Oddziału.

Doświadczenia minionego okresu wskazują na konieczność wybierania różnych form działalności, tak aby odpowiadały one specyficznym warunkom w poszczególnych ośrodkach.

Wyrazem aktywności Towarzystwa jest liczba jego członków. Uległa ona w okresie ostatnich lat wyraźnemu spadkowi. Liczba członków w 1959 r. wynosiła 2437, obecnie Towarzystwo skupia w swych szeregach 2250 członków. W poszczególnych Oddziałach liczby przedstawiają się następująco: Kraków — 711, Łódź — 370, Warszawa — 180, Puławy — 173, Toruń — 170, Poznań — 120, Bydgoszcz — 102, Gdańsk — 92, Lublin 92, Wrocław — 86, Szczecin — 79, Olsztyn — 77.

Na zjeździe przedstawione zostały sprawozdania redaktorów czasopism, wydawanych przez Towarzystwo. Niepomyślnie ułożyła się sprawa kwartalnika Kosmos seria B — przyroda nieożywiona, który od zeszłego roku przestał wychodzić. Nastąpiło to w wyniku decyzji Komisji Partyjno-Rządowej do Spraw Wydawniczych połączenia Kosmosu A i B w jeden kwartalnik o objętości 60 arkuszy rocznie. Miało to przynieść oszczędność 18 arkuszy rocznie.

W druku znajduje się zeszyt problemowy, zawierający materiały z sesji na temat endokrynologii, zorganizowanej przez Oddział Warszawski dnia 1.XII.1961 r.

Nakład Kosmosu A utrzymuje się mniej więcej na jednym poziomie i wynosi 1350 egzemplarzy. Przy obfitości czasopism sieci specjalistycznej jak Postępy Biochemii, Postępy Parazytologii, Postępy Mikrobiologii ulec musiał zmianie profil i rola tego czasopisma. Jego zadaniem obecnie jest nie tylko informacja o tym co się dzieje w różnych działach biologii, dużo miejsca trzeba poświęcać informacjom ogólnym poprzez naświetlanie syntez, które winny interesować wszystkich biologów. Poważnym osiągnięciem jest regularność w ukazywaniu się poszczególnych numerów czasopisma. Wzrosło zainteresowanie pismem zagranicą.

Czasopismo Wszechświat w dalszym ciągu ukazuje się w 12 zeszytach rocznie. Zdarzają się ciągle zarzuty, iż w tematyce dominuje problematyka biologiczna. Redakcja dokłada starań, aby nasycić treść numerów zagadnieniami z zakresu fizyki, chemii, geologii, geografii itp. Pismo może się poszczycić coraz lepszą szatą graficzną. Nakład czasopisma wynosi w chwili obecnej 4820 egzemplarzy.

Walny Zjazd połączony był z wyborem nowych władz Towarzystwa. Wybrano Zarząd w następującym składzie: prof. dr K. Maślankiewicz — prezes, doc. A. Drozdowicz — wiceprezes, prof. dr E. Rybka — wiceprezes, doc. dr J. Wąsowicz — wiceprezes, dr W. Kinastowski — sekretarz, dr M. Wierzbicka — skarbnik, doc. F. Anczykowski, prof. dr S. Feliksiak, prof. dr F. Górski, prof. dr J. Hurwic, prof. dr Z. Grodziński, prof. dr W. Michajłow, prof. dr K. Petruszewicz, prof. dr K. Sembrat, prof. dr W. Stefański, mgr K. Świątkowska, prof. dr H. Świdziński, prof. dr S. Zajączek — członkowie. Prócz wymienionych osób do Zarządu wchodzi ponadto przewodniczący wszystkich Oddziałów.

Do Komisji Rewizyjnej zostali wybrani: prof. dr J. Rostafiński — przewodniczący, prof. dr W. Herman, doc. K. Zięborak — członkowie, mgr Cz. Gibes, dr K. Kwiatkowski — zastępcy.

Prezydium zgłosiło szereg uchwał, które zostały przez Zjazd jednomyślnie przyjęte. Przytoczymy najważniejsze z tych wniosków.

Walne Zgromadzenie Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika stwierdza konieczność kontynuowania kwartalnika Kosmos seria B, poświęconego

popularyzacji na wyższym poziomie nauk o przyrodzie nieożywionej i upoważnia Zarząd Główny Towarzystwa do podjęcia kroków niezbędnych dla uchylenia szkodliwej decyzji władz wyższych o przerywaniu wydawania tego pożytecznego wydawnictwa.

Walne Zgromadzenie, zgodnie z § 22 statutu, na wniosek Oddziału Krakowskiego i Zarządu Głównego Towarzystwa postanawia powołanie nowego Oddziału w Katowicach.

Stwierdzając konieczność przeprowadzenia zmian w statucie Towarzystwa, Walne Zgromadzenie upoważnia Zarząd Główny do powołania Komisji Statutowej, która przedstawi projekt statutu z koniecznymi zmianami najbliższemu Walnemu Zgromadzeniu. Równocześnie Walne Zgromadzenie postanawia, by najbliższe Walne Zgromadzenie odbyło się najpóźniej w terminie lat 3 od daty dzisiejszego Walnego Zgromadzenia.

Wszystkie sprawy omawiane na Zjeździe wskazywały na żywe zainteresowanie działalnością Towarzystwa i troskę o jego dalszy pomyślny rozwój.

Dnia 25 listopada uczestnicy Zjazdu wzięli udział w wycieczce do Wieliczki.

K. Świątkowska

MIĘDZYNARODOWA ORGANIZACJA BIOSYSTEMATYKÓW

W dniach 5 i 6 października 1962 r. odbyło się w Montrealu doroczne posiedzenie zarządu tej organizacji, której niżej podpisany jest członkiem. Ponieważ zebranie odbywało się w Montrealu i dla większości członków europejskich ze względu na koszty podróży byłoby niedostępne, postanowiono zorganizować jednocześnie publiczne sympozjum, co umożliwiło zwrot kosztów podróży przez Kanadyjski Fundusz Badań Naukowych. Dwudniowe sympozjum odbyło się we francuskim uniwersytecie w Montrealu (Université de Montréal) i głównym jego tematem był stosunek kategorii biosystematycznych do formalnych jednostek taksonomicznych.

W sympozjum jako prelegenci brali udział członkowie zarządu IOB, którzy wygłosili osiem referatów. Każdego dnia do południa były cztery referaty, a całe popołudnia były przeznaczone na dyskusje. Dało to możliwość przedyskutowania gruntownego całego szeregu zagadnień, zwłaszcza między genetykami a systematykami. Obradom przewodniczył przedstawiciel National Science Foundation, znany systematyk D. D. Keck, członek zespołu systematyki eksperymentalnej Carnegie Institution.

Głównym przedmiotem referatów jak i centralnym zagadnieniem dyskusji było omówienie możliwości jakiegoś sformalizowania terminologii używanej przez biosystematyków. Terminologia ta jest bardzo zróżnicowana i coraz bardziej wieloznaczna w miarę jak rozszerza się krąg ludzi zajmujących się systematyką eksperymentalną. Cały szereg pierwotnie jako tako zdefiniowanych terminów jak np. ekootyp, ekospecies czy pojęcia rasy chromosomalnej bądź poliploidalnej obecnie jest używany w bardzo różnym znaczeniu przez różnych autorów. Stwarza to wielkie trudności w ewentualnym wprowadzeniu tych pojęć i terminów do systematyki formalnej. Przedstawił to między innymi sekretarz IOB dr H. V. Heywood, który

jest jednocześnie sekretarzem komitetu redakcyjnego wielkiego wydawnictwa *Flora Europaea*, które ma zobrazować współczesny stan pojęć o florze naszego kontynentu. Gdyby zdobycze biosystematyki miały być uwzględnione dostatecznie we współczesnej florze Europy, terminologia biosystematyczna musiałaby być bardziej dopasowana do jednostek taksonomicznych.

Nie wchodząc w szczegółowe omówienie interesującej, lecz bardzo fachowej dyskusji w gronie rzeczywiście wybitnych specjalistów z tej dziedziny, sądzę, że najciekawsze i dość zaskakujące dla Czytelników *Kosmosu* będą: ogólny ton i wnioski tej dyskusji.

W latach od 1930 do 1950 Dobrzański, Clausen, Huxley, Turesson, Mayr, Rensch i szereg innych biologów w oparciu o genetykę populacyjną i systematykę eksperymentalną byli pełni entuzjazmu, że przynajmniej podstawową jednostkę taksonomiczną, jaką jest gatunek, da się zdefiniować w sposób jednoznaczny i obiektywny. Tego rodzaju definicje gatunków oparte na pojęciach wspólnej puli genowej i stopnia izolacji w przepływie genów podali Dobrzański, Clausen czy Mayr. W miarę jednak gromadzenia nowych ciągle faktów dotyczących różnych grup organizmów nadzieja na możliwość ściślej obiektywnej definicji gatunku coraz bardziej się rozwiewała.

Na sympozjum w Montrealu uderzający był powszechny sceptycyzm co do możliwości w ogóle jakiegokolwiek definicji gatunku czy innych jednostek taksonomicznych w oparciu o kryteria genetyczne. Ostateczny wniosek był zupełnie paradoksalny, że jedyną ogólną praktyczną wartość ma taksonomia klasyczna, zwana też formalną, opierająca się jedynie na wyróżnialnych cechach morfologicznych.

Badania eksperymentalne wykazały tak olbrzymią różnorodność mechanizmów różnicowania i ewolucji w różnych grupach organizmów i tak często występujący brak korelacji między zróżnicowaniem genetycznym, cytologicznym czy fizjologicznym a zróżnicowaniem morfologicznym, że różne jednostki biosystematyczne nie mogą mieć ogólnego znaczenia praktycznego w taksonomii. Nastąpił więc zupełny odwrót od pierwotnego optymizmu jaki pokładano w roli badań eksperymentalnych w uściśnianiu pojęć taksonomicznych.

Ten wynik był zresztą do przewidzenia. Taksonomia formalna i biosystematyka mają zupełnie różne cele i różne metody. Pierwsza dąży przede wszystkim do stworzenia uporządkowanego i praktycznego systemu identyfikacji roślin i zwierząt. Biosystematyka zaś bada mechanizmy procesów ewolucyjnych (także i specjacji) i jest tylko zmuszona do używania jednostek taksonomicznych, których definiowanie nie stanowi wcale celu badań.

IOB na zebraniach zarządu stwierdziła, iż ilość członków IOB i ludzi pracujących nad biosystematyką gwałtownie wzrasta. Celem koordynowania tych prac postanowiono stworzyć w Anglii centralny ośrodek gromadzący informacje o badaniach biosystematycznych prowadzonych na świecie.

Referaty i dyskusja z Montrealu będą opublikowane w czasopiśmie *Taxon*.

Wacław Gajewski

SPRAWOZDANIE Z VII ZJAZDU POLSKIEGO TOWARZYSTWA ZOOLOGICZNEGO

W dniach od 3 do 5 września 1962 r. odbył się w Toruniu VII Zjazd Polskiego Towarzystwa Zoologicznego. Organizatorem Zjazdu był Oddział Toruński PTZ.

Po powitaniu Zjazdu przez Rektora UMK prof. dr A. Swinarskiego oraz przez przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego prof. dr H. Szarskiego otwarcia Zjazdu dokonał przewodniczący Zarządu Głównego prof. dr K. Sem-

brat. Zjazd toruński został zorganizowany nieco odmiennie od zjazdów poprzednich. Jak zaznaczył w swym przemówieniu prof. dr H. Szarski organizatorom Zjazdu wydawało się, że umieszczenie na porządku dziennym wszystkich ewentualnie nadesłanych referatów będzie trudne do zrealizowania. Spowoduje bowiem konieczność rozbitcia obrad na wiele równoległych sekcji, w których udział osób zainteresowanych może być niekiedy znikomy. Z tego powodu postanowiono naukową część Zjazdu oprzeć na sympozjach, na których referaty skupiałyby się wokół takich zagadnień nad którymi pracuje w Polsce co najmniej kilka ośrodków.

Organizatorzy Zjazdu zwrócili się za pośrednictwem Oddziałów PTZ do wszystkich zoologów z prośbą o pomoc przy organizowaniu sympozjów. Jak podkreślił prof. Szarski żadna inicjatywa zgłoszona w terminie nie została pominięta, musiano jednak zrezygnować z propozycji spóźnionych, gdyż prace organizacyjne były już zbyt zaawansowane. Referaty plenarne wygłosili: prof. dr Z. Kraczkiewicz (Warszawa) — „Nowe poglądy na mechanizm mitozy” i prof. dr K. Wodzicki (Nowa Zelandia) — „Z zagadnień ekologii zwierząt Nowej Zelandii”.

Pierwsze posiedzenie plenarne, którym kierował wybrany na przewodniczącego Zjazdu prof. dr Z. Grodziński, dokonało wyboru komisji matki oraz komisji wnioskowej, a zakończyło się odczytaniem komunikatów Komitetu Organizacyjnego. W czasie Zjazdu odbyło się 12 sympozjów. Szczegółowy wykaz sympozjów wygłoszonych w ciągu trzech dni Zjazdu przedstawia się następująco:

3 września po południu (pierwszy dzień Zjazdu)

Sympozjum genetyczno-kariologiczne — organizator: doc. dr H. Krzanowska (Puławy).

Wygłoszono 7 referatów, z których jeden (pt. „Nowe poglądy na mechanizm mitozy”) był wygłoszony na posiedzeniu plenarnym przez prof. dr Z. Kraczkiewicza. Referaty omawiały między innymi nowsze badania nad cytologią partenogenetyczną ryjkowców (doc. dr I. Mikulska), genetyczne i środowiskowe czynniki wzrostu ptaków (prof. dr L. Kaufman), czynniki genetyczne i wpływ matki we wzroście i rozwoju mieszkańców myszy (doc. dr H. Krzanowska), cytologię T-locus u myszy (dr I. Duszyńska).

Sympozjum paleozoologiczne — organizator: prof. dr M. Rózkowska (Poznań).

Wygłoszono 8 referatów. Większość referatów omawiała sprawę przystosowania zwierząt do środowiska, względnie zmianę tych przystosowań w filogenezie niektórych zwierząt kopalnych (koral, ramienionogów, amonitów, graptolitów). Ponadto prof. dr K. Kowalski omówił środowisko życia fauny kręgowców pliocenu i dolnego plejstocenu Polski.

Sympozjum ornitologiczne — organizator: Sekcja Ornitologiczna PTZ.

Wygłoszono 6 referatów, między innymi: „Problemy awifaunistyczne Polski północnej” (J. B. Szczepski), „Badania ornitologiczne w Polsce południowej” (dr Z. Bocheński), „Rozmieszczenie remiza w Polsce” (dr K. A. Dobrowolski, dr E. Nowak), O badaniach nad sierpówką w Polsce” (dr A. Dyrz, dr E. Nowak).

Sympozjum protozoologiczne — organizator: prof. dr Z. Raabe (Warszawa).

Ze względu na dwu- do trzykrotnie większą ilość zgłoszonych referatów niż w innych sympozjach, sympozjum protozoologiczne odbyło się w dwóch częściach. W pierwszej części wygłoszono 9 referatów poprzedzonych wprowadzającym referatem: „Aktualne problemy z dziedziny fizjologii ruchu orzęsków” (doc. dr Stanisław Dryl) (Kosmos, nr 1, 1963).

Druga część sympozjum protozoologicznego odbyła się 4 września, a więc w dru-

gim dniu Zjazdu. Wygłoszono również 9 referatów, które dotyczyły głównie morfogenezy podziału i regeneracji u orzęsków, poprzedził je referat wprowadzający: „Zagadnienie morfogenezy orzęsków” (prof. dr Zdzisław Raabe) (Kosmos, nr 1, 1963).

Symposium ekologiczne — organizatorzy: prof. dr J. Mikulski (Toruń) i prof. dr K. Petrusiewicz (Warszawa).

Wygłoszono 5 referatów dotyczących różnych zagadnień związanych z problemem migracji. Oto tytuły niektórych referatów: „Ustawienie problemu migracji wewnątrpopulacyjnej i biocenotycznej” (prof. dr K. Petrusiewicz i współpracownicy), „Sposoby i próby stwierdzenia migracji kręgowców” (mgr K. Kaczmarzyk i mgr T. Wierzbowska), „Efekty migracji” (mgr R. Andrzejewski, mgr A. Kajak, mgr E. Pieczyńska).

Po południu odbyły się demonstracje prac ekologicznych.

Symposium prymatologiczne — organizator: prof. dr W. Łasiński (Gdańsk).

Wygłoszono 8 referatów dotyczących m.in. badań anatomo-porównawczych przegrody nosa, krtani u naczelnych (dr J. Jordan, dr A. Sernicki), jak również budowy tchawicy i oskrzeli (prof. dr M. Reicher) oraz płuc i szczelin międzypłatowych (dr M. Zajkowska-Rozmarynowska).

Symposium „Tarczyca i jej dynamika morfo-fizjologiczna”. — organizatorzy: prof. dr K. Sembrat (Wrocław) i prof. dr R. Wróblewski (Rokitnica).

Wygłoszono 9 referatów. Oto tytuły niektórych: „Ewolucja aparatu endostyl-tarczycy” (prof. dr K. Sembrat), „Cytofizjologia tarczycy” (dr B. Kościelski), „Fizjologiczna i pourazowa regeneracja gruczołu tarczycowego” (prof. dr R. Wróblewski), „Zjawiska auto-agresji w chorobach tarczycy” (dr A. Seniow), „Paradoksalny wpływ tzw. substancji przeciwtarczycowych” (dr J. Nowakówna).

Wieczorem drugiego dnia Zjazdu odbyło się Walne Zebranie Polskiego Towarzystwa Zoologicznego, na którym złożono sprawozdania z jego działalności oraz wybrano nowe władze Towarzystwa. Przewodniczącym Towarzystwa został ponownie prof. dr Kazimierz Sembrat, zastępcami przewodniczącego wybrano prof. dr Zygmunta Kraczkiewicza i prof. dr Eugeniusza Grabdę. Redakcję Zoologica Poloniae i Przeglądu Zoologicznego powierzono w dalszym ciągu prof. dr K. Sembratowi.

W trzecim dniu Zjazdu odbyły się następujące sympozja:

Symposium „Rytmy i cykle biologiczne ssaków” — organizatorzy: prof. dr A. Dehnel, dr Z. Pucek (Białowieża).

Wygłoszono 2 referaty: „Sezonowa plastyczność aktywności dobowej gryzoni” (dr Wł. Grodziński), „Znaczenie światła w okresowym rozrodzie niektórych ssaków” (dr M. Lecyk). Z powodu choroby prof. Dehnela nie odbył się jego referat pt. „Indywidualna i sezonowa zmienność morfologiczna *Soricidae* i *Microtidae*”.

Symposium antropologiczne — organizator: prof. dr A. Wanke (Wrocław).

Wygłoszono 4 referaty, m.in. „Działanie doboru naturalnego na kształt głowy ludzkiej” (dr T. Bieliński i mgr Z. Welon), „Badania nad dziedziczeniem układu listewek skórnych” (mgr Z. Orczykowska).

Symposium „Wczesny rozwój ssaków” — organizator: doc. dr Z. Bielańska-Osuchowska (Warszawa).

Przedstawiono 5 referatów: „Rezerwa plemników znajdujących się poza jądrem w organizmie samca i możliwość jej opróżnienia” (prof. dr W. Bielański), „Cytologia i cytochemia zapłodnienia u ssaków” (doc. dr Z. Bielańska-Osuchowska), „Badania eksperymentalne nad wczesnymi stadiami rozwojowymi ssaków” (dr K. Tarkowski), „Filogenetyczne nawiązania typów bruzdkowania jaj łożyskow-

ców" (prof. dr K. Sembrat), „Wczesne stadia rozwojowe człowieka" (prof. dr S. Hiller).

Symposium „Urbanizacja ptaków" — organizator: dr S. Strawiński (Toruń).

Przedstawiono 2 referaty: „Ważniejsze pojęcia związane z urbanizacją ptaków" (dr S. Strawiński), „Niektóre zagadnienia związane z kształtowaniem się awifauny miast" (mgr M. Luniak).

Symposium „Wydzielanie wewnętrzne u stawonogów" — organizator: prof. dr F. Pautsch (Gdańsk).

Wygłoszono 3 referaty: „The juvenile hormone (JH) of insects" (dr V. J. A. Novak — Praha), „Nowsze badania nad hormonami zmiany barwy skorupiaków i owadów" (wskutek wyjazdu prof. dr F. Pautscha za granicę referat wygłosił doc. dr M. Chicewicz). Ponadto doc. dr M. Chicewicz wygłosił koreferat do tych referatów.

Łącznie na 12 sympozjach wygłoszono 78 referatów. Frekwencja na poszczególnych sympozjach wahała się w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu osób.

Po południu trzeciego dnia Zjazdu (5 września) odbyły się Walne Zebrania Sekcji PTZ: Ornitologicznej, Ogrodów Zoologicznych oraz Ichtiologicznej. Wieczorem dokonano uroczystości zamknięcia obrad Zjazdu. W Zjeździe uczestniczyły 324 osoby. W dniu 6 września odbyła się wycieczka (autokarami) do Inowrocławia i Kruszwicy. W Inowrocławiu uczestnicy wycieczki wzięli udział w odsłonięciu tablicy pamiątkowej ku czci prof. dr Henryka Fryderyka Hoyerera (seniora), który urodził się w tym mieście. Tablica pamiątkowa została ufundowana przez Prezydium MRN m. Inowrocławia. Uczestnicy wycieczki zwiedzili także bardzo bogatą i dobrze zorganizowaną wystawę pamiątek pozostałych po H. F. Hoyerze i jego rodzinie. Wystawę zorganizowało Muzeum Miejskie im. Kasprówicza oraz Prezydium MRN w Inowrocławiu. W wycieczce wzięło udział 156 osób.

Na zakończenie sprawozdania pozwalam sobie umieścić kilka ogólniejszych uwag dotyczących zarówno referatów wygłaszanych na sympozjach, jak i zauważonych niedociągnięć organizacyjnych.

Na niektórych sympozjach referaty łączyły się tematycznie dość ściśle (przykładem sympozjum protozoologiczne lub sympozjum „Rytmy i cykle biologiczne ssaków"). W wielu sympozjach referaty były jednak tematycznie mało zwarte, co stwarzało wrażenie nie sympozjów, lecz narad sekcji (np. sympozjum „Wczesny rozwój ssaków"). Nie można zatem porównywać odbytych na zjeździe sympozjów ze specjalnymi naradami, na które zwykle zaprasza się specjalistów pracujących nad tym samym wąskim zagadnieniem.

Poziom naukowy poszczególnych referatów oraz sposób ich wygłaszania był oczywiście bardzo różny i zależny w dużym stopniu nie tylko od doświadczenia naukowego osoby wygłaszającej referat, lecz także — co dotyczy niektórych młodych pracowników naukowych — od odporności psychicznej i doświadczenia dydaktycznego.

Niedociągnięciem ze strony organizatorów Zjazdu było niekompletne przygotowanie sal do odczytów (np. brak zaciemnienia w niektórych salach, brak aparatury projekcyjnej). Braki te usuwane w ostatniej chwili zaburzały nieco tok obrad. W wielu przypadkach powstały one jednak z winy samych prelegentów, którzy najczęściej nie nadsyłali dość wcześnie dezyderatów odnośnie wyposażenia sal.

W sumie Zjazd był imprezą udaną, a zauważone w czasie jego trwania usterki będą zapewne wzięte pod uwagę przez organizatorów przyszłego Zjazdu, tak by mogli oni uniknąć popełnionych wtedy niedociągnięć.

PROBLEMATYKA EKOLOGICZNA NA VII ZJEŹDZIE POLSKIEGO TOWARZYSTWA ZOOLOGICZNEGO

W dniach 3—5 września 1962 r. odbył się VII Zjazd Polskiego Towarzystwa Zoologicznego; problematyka ekologiczna zajmowała stosunkowo dużo miejsca w referatach i obradach różnych sekcji. Szczególnie dotyczy to — oprócz sympozjum ekologicznego — problematyki poruszonej przez paleozoologów, ornitologów i teriologów.

Zorganizowane przez Komitet Ekologiczny PAN sympozjum ekologiczne poświęcone było w całości migracji; referaty opracowano w oparciu o materiały i prace już publikowane z Zakładu Ekologii PAN. Na sympozjum złożyło się pięć następujących referatów:

1. K. Petruszewicz — „Zagajenie sympozjum”,
2. A. Breymeyer, E. Pieczyński — „Przegląd stosowanych w Zakładzie Ekologii metod badania migracji”,
3. K. Kaczmarzyk, T. Wierzbowska, H. Wrocławek — „Metody stwierdzania stopnia migracyjności u ssaków”,
4. A. Stańczykowska, A. Wasilewski — „Przyczyny i przebieg migracji”,
5. R. Andrzejewski, A. Kajak, E. Pieczyńska — „Efekty migracji”.

Ponadto przeprowadzono demonstracje szeregu związanych z tematem sympozjum prac ekologicznych. Ta nowa forma prezentowania wyników badań polegała na tym, że autorzy wywiesili wykresy i fotografie ilustrujące przedstawiane przez nich prace; zainteresowani, po wysłuchaniu prelekcji autora pracy, mieli możliwość bezpośredniego jej omówienia z autorem, pytania i dyskusowania zarówno o teoretycznych podstawach pracy, jak i o całości materiału dowodowego.

Autor zagajenia wskazując na złożoność i różnorodność zjawisk ujmowanych pod pojęciem migracji stara się określić treść i zakres tego pojęcia przyjętego w referatach. Referaty omawiają wędrówki zwierząt nie posiadających stałego areалу. Dla odróżnienia tych zjawisk od migracji o zasięgu geograficznym można je nazwać mikromigracjami lub migracjami wewnątrzpokulacyjnymi. Odbywają się one stale i powszechnie, są codziennym zjawiskiem w życiu populacji i biocenoz oraz odgrywają ważną rolę w regulacji ilościowej tych jednostek. W pewnych sytuacjach trudno odróżnić mikromigrację od ruchliwości zwierząt w ramach ich arealów; są jednak także przypadki, w których rozróżnienie to jest bardzo wyraźne i można podać cechy, według których rozpoznaje się migranta. Przy tym cecha migracyjności nie jest stałą właściwością danego osobnika; każdy migrant może w pewnych warunkach stać się osobnikiem osiadłym, a osiadły — rozpocząć migrację. Sposoby badania mikromigracji, ich przebieg, przyczyny i skutki są tematami referatów niniejszego sympozjum.

Stosowane w Zakładzie Ekologii metody badania migracji podzielono na następujące grupy:

I. Znakowanie indywidualne i grupowe — obrączki barwne i z numerami (ptaki, żmije), obcinanie palców (żaby, myszy), nacinanie pokryw skrzydłowych lub skrzydeł (biegaczowate, skoczki), malowanie różnymi farbami (biegaczowate, pajaki), znaczenie barwnymi, przymocowanymi do skorupki ślimaka koralikami (*Viviparus fasciatus*).

II. Zagęszczanie i rozrzedzanie populacji w danym wycinku środowiska — są to eksperymenty terenowe polegające na prowokowaniu migracji z przegęszczonego lub do niedogęszczonego środowiska.

III. Wprowadzenie do środowiska nowego elementu podłoża — są to także eksperymenty terenowe prowokujące migracje. Wprowadza się do środowiska

nowe, nie zajęte elementy podłoża, np. pozbawione fauny paliki, kamienie, rośliny, i bada się proces ich zasiedlania.

IV. Bezpośrednie obserwowanie migracji zwierząt w laboratorium — badania prowadzone na szkodnikach spichrzowych w specjalnie do tego celu konstruowanych pojemnikach i zespołach probówek, pozwalających na dokładne śledzenie nasilenia i kierunku migracji chrząszczy (wołek zbożowy, wołek ryżowy i trojczyk).

W oddzielnym referacie omówione zostały metody stwierdzania migracji u drobnych gryzoni. Wyniki odłowów indywidualnie znakowanych zwierząt zestawiano w specjalnych tabelach, tzw. kalendarzu złowień. Na podstawie analiz statystycznych wyróżniano wśród odławianych myszy grupy osobników o różnych tendencjach migracyjnych.

W referacie „Przebieg i przyczyny migracji” analizowano przede wszystkim biologiczne adaptacje gatunku do migrowania i migracje pod wpływem działania środowiska. U biegaczowatych, pajaków, stonki ziemniaczanej, kruszynka i ptaków stwierdzono migracje związane z rozrodem, pojawem określonego stadium rozwojowego lub nowej generacji. W pewnych przypadkach udało się uchwycić wpływ lokalnego środowiska (konfiguracja terenu, rozmieszczenie w nim pewnych koniecznych dla gatunku rekwizytów środowiskowych), modyfikujący naturalne tendencje migracyjne — tak było np. w przypadku badanych migracji stonki, komarów oraz pewnych ptaków. Niekiedy czynniki środowiskowe wysuwają się na pierwszy plan; tak np. o rozprzestrzenianiu się *Tabanidae* decyduje obecność dwóch zasadniczych czynników, wody i pokarmu; sezonowe wędrówki żyworódek zależą od zmian temperatury; drobne gryzonie w Puszczy Kampinoskiej migrują przy podnoszeniu się poziomu wód gruntowych.

Osobno omawiano migracje powodowane wpływem populacji i biocenozy. Przedstawiono przykłady zależności tendencji migracyjnych populacji od jej zagęszczenia i organizacji, np. niektóre gatunki ptaków wykazują tendencję do lokalnych migracji po osiągnięciu określonego poziomu zagęszczenia. Proces wytwarzania uskrzydłych form migrujących u niektórych mszyc stymulowany jest przez aktualną liczebność populacji; w populacji wróbla mazurek intensywność jesiennych migracji zależy między innymi od konkurencji o miejsca do gniazdowania. Przytoczono szereg eksperymentów laboratoryjnych (prowadzonych na szkodnikach spichrzowych) i terenowych (na mięczakach), w których badano wpływ zagęszczenia na tendencje migracyjne różnych gatunków. Za przypadek migracji pod wpływem oddziaływań biocenotycznych uznano migrację wywołaną konkurencyjnymi zależnościami w układzie kilku gatunków mięczaków. Z miejsc skupiania się *Viviparus fasciatus* migrowały inne gatunki mięczaków o zbliżonych do niego rozmiarach ciała.

Właściwości wynikające z biologii gatunku, czynniki środowiskowe, populacyjne i biocenotyczne omawiane jako przyczyny migracji działają zazwyczaj kompleksowo; jednak w określonych sytuacjach ekologicznych niektóre z nich odgrywają rolę dominującą.

Ostatni z przedstawionych referatów omawia efekty migracji; wpływ migracji na losy osobników migrujących, na strukturę populacji oraz zasiedlanie nowych terenów.

Fakt przejścia do migracyjnego trybu życia odbija się na dalszych losach osobnika, na jego trybie życia, a także stosunkach ze środowiskiem. W pracach Zakładu Ekologii stwierdzono, że migrujące myszy leśne wykazują większą śmiertelność w pułapkach, stają się częściej łupem drapieżcy (żmij) i mają inne ektopasożyty (pchły) niż osobniki osiadłe. Te i inne przykłady świadczą o odrębności fizjologicznej i ekologicznej migrantów.

Migracja odbija się także na organizacji całej populacji. Stwierdzony u nutrii i drobnych gryzoni większy udział samców w grupie migrującej pociąga za sobą zmianę struktury płciowej w populacji wyjściowej. Jej struktura wiekowa zostaje zmieniona przez migrowanie form imaginalnych u rozkruszków lub młodych osobników wróbla mazurka. Podobnie jak w stosunku do osobników, tak i w stosunku do populacji stwierdzić można, że migrowanie nie jest ich cechą stałą; nasilenie tego procesu zmienia się w różnych okresach i w różnych sytuacjach.

Badając wpływ migracji na populacje przeprowadzono eksperymenty na drobnych gryzoniach i nutriach z wprowadzeniem do populacji osobników nowych — migrantów; stwierdzono, że zaburzenia wewnętrznej organizacji populacji zachodzą dopiero przy odpowiednio dużej ilości przenikających do niej migrantów.

Zasiedlanie nowych terenów jest jednym z ważniejszych skutków migracji. W wielu pracach stwierdzono, że decydujące znaczenie dla procesu zasiedlania nowych środowisk ma liczebność populacji wyjściowej. Przy dostatecznie dużej jej liczebności może dochodzić do zasiedlania środowisk niekorzystnych dla gatunku (badania prowadzone na nicieniach, rozkruszkach, ptakach). W pewnych sytuacjach o zasiedleniu nowych terenów decyduje tylko liczebność grupy aktualnie migrującej; stwierdzono to w badaniach nad zasiedlaniem roślin przez pająki, nad zajmowaniem przez skoczki wolnych terenów oraz w badaniach nad drobnymi gryzoniami. W warunkach, kiedy dochodzi do migracji na tereny już zajęte, duże znaczenie mają warunki panujące w danym terenie (środowiskowe, populacyjne, biocenotyczne), wykazały to badania nad nalatywaniem komarów na tereny otwarte, nad zasiedlaniem środowisk przez gatunek skoczka *Macrosteles laevis*, osiedlaniem się najmłodszych pokoleń wróbla mazurka. Zasiedlanie nowych terenów jest więc wypadkową wielu oddziaływań powiązanych ze sobą wzajemnie, które zależnie od konkretnej sytuacji stają się mniej lub bardziej ważne.

W referacie przedstawiono szereg różnorodnych skutków migracji. Wszystkie one dają się sprowadzić do dwóch zasadniczych efektów: zmian liczebności populacji i zasiedlania środowisk. Zmiany liczebności mogą być powodowane bezpośrednio (wychodzenie lub przychodzenie do populacji odpowiednio dużych grup zwierząt) lub pośrednio (np. wyjście z populacji nielicznej nawet grupy o określonej płci i wieku powoduje zmiany potencjału rozrodczego).

Oprócz wymienionych referatów przeprowadzono demonstracje następujących prac oryginalnych: Pinowski J. — „Mechanizm dyspersji młodych ptaków u mazurka” (*Passer montanus*); Stańczykowska A. — „Powstawanie skupień *Viviparus fasciatus* Mull. jako przyczyna migracji innych gatunków mięczaków”; Stojalowska W. — „Sezonowe migracje *Glomeris hexasticha* Brandt (*Diplopoda*)”; Wasilewski A. — „Zmiany liczebności niektórych gatunków ptaków w różnych środowiskach wywołane lokalnymi migracjami części populacji”; Witkowski T. — „Sezonowe zmiany w rozmieszczeniu fauny *Nematoda* w glebie pól uprawnych”.

Prace te oraz sposób ich zaprezentowania wywołały duże zainteresowanie. Zwraçało uwagę szczególnie staranne przygotowanie części ilustracyjnej pracy doc. dr Stojalowskiej. Autorzy prac przeprowadzili z zainteresowanymi wiele rozmów i dyskusji zarówno na tematy związane bezpośrednio z demonstrowanymi pracami, jak i na tematy ogólnieekologiczne.

W dyskusji popołudniowej zabrał głos prof. dr R. Wojtusiak. Przytoczył on szereg interesujących przykładów z badań nad migracjami prowadzonych w Zakładzie Etologii i Psychologii UJ. W badaniach migracji owadów (motyle, ważki, szarańczaki) stosuje się znakowanie przy pomocy znaczków staniolowych lub bibu-

lowych. Oznakowane w ten sposób ważki, wyniesione na odległość około 2 km od ich macierzystego środowiska (badania w jeziorach tatrzańskich) powracają do niego; oznakowane motyle (rusałka osetnik) spędzają szereg dni na tym samym łanie koniczyny lub na badanych wzgórzach. Jednocześnie są znane przykłady migracji ciągłej, trwającej dłużej niż życie osobników danego gatunku, kontynuowanej przez różne stadia i pokolenia. Notuje się także migracje wahadłowe: jedno pokolenie wędruje na północ, drugie wraca z powrotem na południe. W ostatnich miesiącach wprowadzono w Zakładzie Etologii nową metodę badania migracji; pionowe migracje planktonu w akwarium fotografuje się na tle odpowiednio umieszczonej podziałki milimetrowej.

Na najważniejsze efekty migracji uznać trzeba regulację ilościową i rozprzestrzenianie się populacji; oba te zjawiska grają ważną rolę w obronie osobnika i gatunku przed zniszczeniem oraz w zapewnieniu mu rozrodu w najkorzystniejszych warunkach.

Prof. dr K. Petruszewicz podkreślił znaczenie migracji dla gatunku; zasiedlanie nowych środowisk — to efekty migracji mające duże znaczenie dla istnienia gatunku.

Mgr R. Andrzejewski zwrócił uwagę na to, że badania migracji w Zakładzie Ekologii przebiegają w trzech etapach: stwierdzenie zjawiska migracji, badanie ilościowego jej wyrazu w zmianach liczebności populacji, badanie następstw jakie ona za sobą pociąga dla populacji, biocenozy, gatunku.

Jak wspomniano we wstępie, problematyka ekologiczna zajmowała także wiele miejsca w obradach innych sympozjów.

Prof. dr K. Wodzicki w swoim interesującym referacie mówił o problemach ekologii i ochrony zwierząt w Nowej Zelandii. Nowa Zelandia jest szczególnie dogodnym terenem badań ekologicznych, ponieważ szybkim i gwałtownym zmianom środowiska towarzyszą tam daleko idące zmiany fauny i flory. Od roku 1840 w Nowej Zelandii rozpoczęła się era wpływów europejskich, charakteryzująca się postępującą intensyfikacją gospodarczej działalności człowieka. Skutkiem tej działalności było naruszanie równowagi biologicznej, a często masowe niszczenie biocenoz naturalnych. Tak więc wycinano duże kompleksy leśne pod uprawę, w celach hodowli krów i owiec, na budowę dróg. Odsłanianie zboczy górskich poprzez wyrąb lasów powodowało niekorzystne zmiany w roślinności runa i w następstwie znacznie zmagało erozję gleb. Podobne szkody powodowały intensywne wypasy owiec. Innego typu czynnikiem odgrywającym dużą rolę w procesach degradacji środowisk była aklimatyzacja szeregu gatunków zwierząt (np. łoś, trzy gatunki jeleni, koza, opos itp.) sprowadzanych głównie z Europy (58% wszystkich sprowadzanych gatunków), a w szczególności z Anglii (95% gatunków europejskich).

Tak więc podstawowe problemy ekologiczne Nowej Zelandii związane są ściśle z jednej strony z problematyką ochrony przyrody, z drugiej — z badaniami nad gatunkami introdukowanymi. Jako przykład takich badań autor omówił szeroko zakrojone badania nad strukturą i dynamiką populacji królika oraz nad charakterem jego powiązań biocenotycznych (wrogowie, pasożyty). Gatunek ten wprowadzony do biocenozy Nowej Zelandii 25 lat temu wciąż skutecznie broni się przed wyniszczeniem przez człowieka. Ochrona przyrody postawiła sobie za cel ratowanie pozostałości biocenoz naturalnych poprzez tworzenie Parków Narodowych (aktualnie jest ich 9 i zajmują $2\frac{1}{4}$ miliona hektarów) oraz ścisłych rezerwatów, dostępnych wyłącznie dla badań naukowych. Ponadto patronuje badaniom nad gatunkami endemicznymi i wprowadza ich ochronę.

Szczególnie bogate w problematykę ekologiczną było sympozjum paleozoologiczne. Wygłoszono w jego ramach 5 referatów dotyczących ekologii poszczególnych grup systematycznych, ekologii całych faun wybranych terenów oraz ogólnych zagadnień paleoekologii.

W referacie „Paleoekologia — wiadomości ogólne” autorka (J. Dmoch) podała podstawowe zasady tej gałęzi nauk paleontologicznych podkreślając różnice istniejące między paleoekologią a neoeekologią. Do zadań paleoekologii należy badanie życia w przeszłych epokach oraz warunków środowiska, w którym rozwijało się to życie. Pierwszą czynnością badacza jest określenie charakteru fauny, stwierdzenie czy ma do czynienia z paleobiocenozą, czy ze zbiorem gatunków pochodzących z kilku biocenz, czy też z tafocenozą. Następnie należy określić czy badany zespół organizmów jest zespołem autochtonicznym (żyjącym w miejscu znalezienia) czy też allochtonicznym (np. nagromadzenie szczątków naniesionych przez prąd wody), jakie formy w nim występują (np. planktonowe czy bentosowe) i jaki jest ich charakter ekologiczny. Bada się również stan zachowania skamieniałości, ślady życia jakie organizmy pozostawiły po sobie, położenie szczątków organicznych w skale i w stosunku do siebie (biostratynomia).

Paleoekolog musi również zainteresować się strukturą zespołu fauny: zbadać jej skład rodzajowy oraz liczebność poszczególnych rodzajów. Mierzy się wielkość osobników w obrębie poszczególnych rodzajów i gromad oraz bada strukturę wiekową fauny. Następnie można zastosować metodę aktualizmu (tzn. wykorzystać metody badań i wiadomości zebrane przez neoeekologię) oraz metody geologii dynamicznej i petrografii, które dostarczają wiadomości o genezie środowiska, w którym znajdują się skamieniałości; przy tego typu badaniach stosuje się często metody fizykochemiczne.

Od opisu autekologicznego poszczególnych grup bądź gatunków przechodzi się do opisu synekologicznego — oznaczenia wszystkich gatunków i charakterystyki ich ilościowego występowania.

Wszystkie powyższe dane mogą być podstawą do wyciągnięcia wniosków na temat ewolucji poszczególnych grup czy gatunków.

Należy podkreślić, że autorka podając ogólne zasady paleoekologii zilustrowała je przykładami z konkretnych badań paleoekologicznych. Ciekawy ten referat nie wywołał jednak dyskusji, poza głosem prof. dr M. Rózkowskiej, która podkreśliła znaczenie paleoekologii w badaniach ewolucji grup organizmów.

Jednym z przykładów stosowania niektórych, wyżej wymienionych, metod badań paleoekologii są badania G. Biernatowej „Różne przystosowania u kopalnych ramienionogów”. Według autorki badania tego rodzaju można prowadzić stosując dwie metody: 1) obserwację położenia zachowanych szczątków i badanie ich środowiska, 2) przeprowadzenie analogii ze współczesnymi ramienionogami. Druga metoda daje często wyniki lepsze ze względu na różnorodność przystosowań morfologicznych współczesnych ramienionogów występujących w różnego typu środowiskach. Ramienionogi współczesne żyją na różnych głębokościach i prowadzą na ogół życie denne, np. grupa *Terebratellacea* w wodach przybrzeżnych (do 200 m), *Rhynchonellacea* w morzach zimniejszych i głębszych. Można więc przypuszczać, że ramienionogi kopalne, których znamy około 30 000 gatunków i z których większość wymarła już w erze paleozoicznej również żyły na różnych głębokościach i należały do bentosu.

Można wśród ramienionogów wyróżnić różne typy morfologiczne, kształtujące się pod działaniem warunków różnych środowisk; do cech przystosowawczych należą np. kształt obu skorup, różny sposób przytwierdzenia do podłoża, istnienie

lub zanik nóżki, charakter kolców powierzchniowych. Wszystkie te cechy pomagają w określeniu sposobu życia i środowiska, w którym żyły ramienionogi kopalne. Określenie i rozpoznanie pewnych cech morfologicznych organizmu jako cech przystosowawczych do określonego środowiska można przeprowadzić badając różne warunki życia i morfologię gatunków współczesnych czyli stosując metody aktualizmu.

Prof. dr M. Rózkowska rozwinęła temat: „Zmiany przystosowań w historii koralu”. Autorka zreferowała wyniki badań nad kierunkami przystosowawczymi zmian morfologicznych u *Tetracorallia* — konserwatywnych form prowadzących osobniczy tryb życia i u *Hexacorallia* — kolonijnych form rafotwórczych. Między innymi autorka omówiła znaczenie adaptacji morfologicznych i rozwoju symbiozy z zooxantellą, umożliwiających wyparcie paleozoicznych organizmów rafotwórczych (małży, ślimaków, liliowców) z ich nisz, gdzie w następstwie rozwinęły się właściwe rafa koralowe). W dyskusji poruszono sprawę stopnia uzależnienia kierunku zmian morfologicznych od zmian warunków środowiskowych.

Dr A. Jerzmańska wygłosiła referat pt. „Szczątki ryb *Teleostei* jako wskaźnik stosunków batymetrycznych w basenie Karpat fliszowych”. Autorka omówiła problem rozmieszczenia ryb powierzchniowych i głębokowodnych na podstawie danych uzyskanych z oceanograficznych wypraw badawczych. Problem ma duże znaczenie dla określenia warunków środowiskowych ryb kopalnych, przy czym ważne jest przede wszystkim rozmieszczenie zespołów ryb głębokowodnych — batypelagicznych i bentonicznych. Pierwsze, występujące na głębokości 200—2000 m, nie są zbyt precyzyjnym wskaźnikiem środowiskowym ze względu na znaczne przemieszczenia pionowe, wywołane takimi czynnikami jak poszukiwanie pokarmu, zmiany rozmieszczenia w różnych okresach rozwoju, dobowe przemieszczenia pionowe itp. Ryby bentoniczne, występujące poniżej 2000 m, są ściślej niż pierwsze związane ze swoim środowiskiem (dno). W łupkach jasielskich stwierdzono przeważające występowanie form batypelagicznych oraz całkowity brak form głębokiego abysalu. Wnioskuje się stąd o obecności na tym terenie w prehistorii oceanu o głębokości około 1000 m.

Prof. dr K. Kowalski zreferował temat: „Środowisko życia faun kręgowców pliocenu i dolnego plejstocenu Polski”. Autor przedstawił charakterystykę faun kręgowców (*Insectivora*, *Chiroptera*, *Legomorpha*, *Carnivora* i *Ungulata*) pięciu miejscowości z okolic Jury Krakowsko-Częstochowskiej i Kielc. Postawił problem w jakim stopniu z charakterystyki tej można wnioskować o środowisku badanej fauny oraz dokonał próby odtworzenia tego środowiska i jego przemian. Zdaniem autora w paleozoologii nie wystarcza opieranie się tylko na analizie różnic morfologicznych występujących w badanej faunie, a konieczne jest szersze stosowanie metod ekologicznych. Podstawą wnioskowania powinna być liczebność poszczególnych form, listy gatunków poszczególnych zespołów fauny i ich różnice. Przyjmując założenie, że fauna danego terenu składa się z ograniczonej liczby gatunków poszczególnych grup funkcjonalnych biocenozy (co związane jest z problemem wysycenia dostępnych nisz), autor na podstawie składu gatunkowego poszczególnych grup przeprowadza analizę stopnia objęcia badaniami całości fauny danego terenu.

Z kierunkowych różnic w liczbie gatunków poszczególnych grup występujących na badanych terenach autor wnioskuje o cechach mikroklimatycznych środowisk. Wnioski na temat sukcesywnych zmian klimatu wyciąga porównując liczebność poszczególnych gatunków w kolejnych warstwach sedimentacyjnych.

Pewne trudności badawcze wynikają z faktu, że u zwierząt wyższych przystosowania środowiskowe mogą być typu fizjologicznego bez skorelowanych z nimi

zmian morfologicznych. Po referacie dyskusja skoncentrowała się wokół problemu mozaikowatości środowiska i odzwierciedlenia tego zjawiska w charakterze fauny.

Problemy ekologiczne związane z awifauną były tematem dwóch sympozjów: „Urbanizacja ptaków” oraz sympozjum ornitologicznego.

S. Strawiński wygłosił referat pt. „Ważniejsze pojęcia związane z urbanizacją ptaków”. Autor zaproponował szereg definicji pojęć związanych z biotopami awifauny na różnym poziomie synantropizacji. M. Luniak mówił na temat „Niektóre zagadnienia związane z kształtowaniem się awifauny miast”. Autor stwierdził, że podstawowymi czynnikami kształtującymi skład tego typu awifauny są z jednej strony warunki biotopowe, a z drugiej wymogi ekologiczne poszczególnych gatunków. Szereg jednak faktów wskazuje na wpływ również innych, niezbadanych jeszcze czynników. Tak na przykład nie znane są przyczyny niezwykle rzadkiego występowania na terenach miejskich ptaków drapieżnych, zaniku pewnych od dawna zurbanizowanych gatunków i pojawiania szeregu nowych gatunków. Zjawiska te wskazują na możliwość, że czynnikiem modyfikującym występowanie i liczebność ptaków w miastach są raczej warunki gniazdowania niż stosunki pokarmowe.

Ponadto poruszano problemy awifauny Polski północnej i południowej (głównie Karpat). Referenci (J. Szczepski i Z. Bocheński) omówili wyniki badań dotyczących wpływu środowiska i klimatu na biologię, pionowe i poziome rozmieszczenie poszczególnych gatunków, różnice w zasiedleniu poszczególnych biotopów i migracje ptaków oraz badań dotyczących kierunku zmian składu awifauny badanych terenów. Zreferowano również pracę K. Dobrowolskiego i E. Nowaka pt. „Rozmieszczenie remiza (*Remiz pendulinus*) w Polsce”. Metodą analizy ankiet określono liczebność remiza w Polsce i zmiany jego areалу oraz podano charakterystykę typowych dla niego biotopów.

W ramach sympozjum „Rytmy i cykle biologiczne u ssaków” interesujący z punktu widzenia ekologicznego był referat W. Grodzińskiego pt. „Sezonowa plastyczność aktywności dobowej gryzoni”. Autor scharakteryzował, na podstawie literatury, stan badań w tej dziedzinie. Na przykładzie trzech wybranych gatunków gryzoni przedstawił szczegółowy przebieg zmienności ich aktywności dobowej w ciągu sezonu oraz determinujące ją czynniki. Stwierdził, że na aktywność dobową gryzoni wpływają czynniki endogeniczne, takie jak sezonowe różnice w poziomie metabolizmu i sposoby termoregulacji chemicznej oraz czynniki egzogeniczne, jak np. warunki pogodowe, jakość i ilość pokarmu, a przede wszystkim stosunki populacyjne — struktura populacji, jej zagęszczenie i stopień migracyjności.

Jak widać z powyższego sprawozdania problematyka ekologiczna jest coraz szerzej podejmowana przez specjalistów z różnych dziedzin biologii. Zwraca to uwagę szczególnie w naukach paleozoologicznych, których obiektem badań są coraz częściej jednostki ekologiczne, tj. wielogatunkowe zgrupowania spełniające określoną rolę w biocenozie. Nowo powstająca gałąź paleozoologii — paleoekologia wypracowuje nowe ekologiczne metody badawcze, np. metodę aktualizmu, pozwalającą na zastosowanie w paleoekologii zdobyczy neoeologii.

W referowanych na Zjeździe pracach ornitologicznych podejmowane były szczególnie problemy związane z zasiedlaniem biotopów miejskich i tworzeniem nowych zespołów awifauny. Badania dotyczące tworzących się aktualnie zespołów (przez wchodzenie lub wypadanie gatunków) są bardzo interesujące z ogólnie ekologicznego punktu widzenia; mamy tu bowiem do czynienia ze swego rodzaju naturalnym eksperymentem, w którym możemy obserwować również początkowe fazy kształtowania się zespołów awifauny w ubogiej w gatunki biocenozie.

W badaniach teriologicznych należy podkreślić ujęcie aktywności dobowej gryzoni jako zjawiska modyfikowanego przede wszystkim przez stosunki populacyjne.

Ekologiczne sympozjum na temat migracji ujmowało to zagadnienie wielostronnie; migrację omawiano jako zjawisko związane z biologią osobnika, stanem i właściwościami strukturalnymi populacji oraz z sytuacją biocenotyczną populacji migrującej. Szczegółowo przeanalizowano zarówno przyczyny migracji jak też jej przebieg i efekty odnoszące się do tak ważnych zjawisk ekologicznych jak regulacja liczebności oraz charakter zasiedlania terenów przez populacje.

Obrady VII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Zoologicznego w Toruniu należy ocenić, naszym zdaniem, jako pozytywny wkład w wymianę poglądów i informacji o aktualnie prowadzonych badaniach o tematyce ekologicznej w różnych ośrodkach naukowych kraju.

A. Breymeyer, J. Łuczak, E. Prot

KONKURS Z ZAKRESU EMBRIOLOGII ROŚLIN

Komitety Botaniczny Polskiej Akademii Nauk ogłosił w 1961 r. konkurs na prace badawcze z zakresu embriologii roślin.

Dnia 3 grudnia 1962 r. Komisja konkursowa w składzie: prof. prof. W. Gajewski, T. Gorczyński, S. Krupko i H. Teleżyński po zapoznaniu się z pracami oraz referatami członków Komisji przyznała nagrody następującym autorom:

1) dr Julian Jaranowski (Zakład Genetyki i Hodowli Roślin WSR w Poznaniu) za pracę pt. „Procesy zapłodnienia i rozwój zarodków w rodzaju *Lupinus*” — 5 tys. zł.

2) mgr Krystyna Kopczyńska (Katedra Sadownictwa WSR w Poznaniu, praca wykonana pod kierunkiem prof. S. Krupko z UAM) za pracę pt. „Rozwój woreczka zalążkowego u *Pinguicula vulgaris*” — 3 tys. zł.

3) mgr Henryk Babis (Zakład Genetyki Roślin PAN, praca wykonana pod kierunkiem prof. H. Teleżyńskiego z UW) za pracę pt. „Rozwój zarodka u *Delphinium tricolor*” — 3 tys. zł.

4) mgr Maria Sulerzycka (praca wykonana pod kierunkiem prof. dr H. Teleżyńskiego z UW) za pracę pt. „Rozwój zalążka u *Helianthus annuus*” — 3 tys. zł.

NAGRODY WYDZIAŁU II PAN W 1962 R.

Wydział Nauk Biologicznych Polskiej Akademii Nauk przyznał w 1962 r. wydziałowe nagrody naukowe następującym pracownikom nauki:

1) Klemens Kępczyński (Toruń, Uniwersytet im. M. Kopernika, Zakład Systematyki i Geografii Roślin) za pracę pt. „Zespoły roślinne jezior Skąpskich i otaczających je łąk” — 10 tys. zł.

2) Włodzimierz Ostrowski i Zygmunt Walczak (Zakład Chemii Fizjologicznej AM w Krakowie) za pracę pt. „Nucleolytic enzymes of *Thiobacillus Thioparus*. Purification and properties of ribonuclease” — 10 tys. zł.

SPIS CZŁONKÓW KOLEGIÓW NAUKOWYCH

Kolegia naukowe, w ramach prac nad planem perspektywicznym rozwoju badań naukowych, opracowują tematykę biologiczną.

1. Kolegium naukowe problemu: „Badania nad oddziaływaniem promieniowania na organizmy żywe”. Prof. dr Edward Kowalski — przewodniczący, dr A. M. Danciewicz — sekretarz, prof. dr Dawid Shugar, prof. dr Roman Pakula, prof. dr Witold Zawadowski, prof. dr Władysław Jasiński, prof. dr Jan Kostrzewski, płk dr Tadeusz Obara — członkowie.

2. Kolegium naukowe problemu: „Badania nad syntezą białka”. Prof. dr Józef Heller — przewodniczący, doc. dr Przemysław Szafrąński — sekretarz, prof. dr Tadeusz Baranowski, prof. dr Bolesław Skarżyński, doc. dr Wiesław Tysarowski — członkowie.

3. Kolegium naukowe problemu: „Badania nad fotosyntezą”. Prof. dr Franciszek Górski — przewodniczący, doc. dr Witold Brzeski, prof. dr Helena Birecka, doc. dr Zofia Kasprzyk, dr Włodzimierz Starzecki — członkowie.

4. Kolegium naukowe problemu: „Badania nad podstawowymi zagadnieniami na dziedziczość”. Prof. dr Wacław Gajewski — przewodniczący, prof. dr Władysław Kunicki — sekretarz, prof. dr Stefan Barbacki, prof. dr Antoni Horst, prof. dr Janina Kowalczykowa, prof. dr Edmund Malinowski, prof. dr Roman Pakuła, prof. dr Stanisław Skowron, prof. dr Ireneusz Roszkowski — członkowie.

CONTENTS

I

<i>Janusz Nast</i> — August Dehnell	111
<i>Bronisław Filipowicz</i> — The Structure of Desoxyribonucleic Acid and its Biological Significance	121
<i>Zofia Kielan-Jaworowska</i> — New Discoveries on the Reptilian-Mammalian Border	137

II

DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Wojciech Rubinowicz</i> — Physics and the Biological Phenomena	151
<i>Kazimierz Bogdański</i> — Biophysics as an unemancipated Discipline of Science	154
<i>Janina Hurynowicz</i> — On the Subject of Biophysics	157
<i>Irena Chmielewska</i> — Biophysics	159
<i>Henryk Szarski</i> — Some Remarks on the Programme of biological Studies at Universities	160.

III

BOOK REVIEW

<i>Henryk Szarski</i> — A Book on Life History of the Common Frog (<i>Rana Temporaria</i>)	166
<i>Wanda Byczkowska-Smyk</i> — W. Bloom-Don, W. Fawcett: A Textbook of Histology	168

IV

SCIENTIFIC CHRONICLE

- Roman J Wojtusiak* — Utterance of Voice in Fish and its biological Meaning;
Kazimierz Kowalski — New Materials contributing to the Knowledge of Gigantopithecus; *Zofia Lenkiewicz* — The Biological Clock at the South Pole; *Stanisław Brodzicki* — The Presence of Estradiol 17 β in the Eggs of the American Lobster *Homarus Americanus*; *J. S. Knypl* — The Genetic Code of Desoxyribonucleic Acid; *J. S. Knypl* — Messenger RNA — Ribonucleic Acid transferring the genetic Information; *J. S.*

<i>Knypl</i> — Interaction between Transfer RNA and Messenger RNA in Protein Synthesis; <i>J. S. Knypl</i> — Does the Genetic Code hitherto described is universal? <i>J. S. Knypl</i> — The Experimental Proof for the Degeneracy of the Genetic Code (Nucleotide Triplet Code) . . .	171
--	-----

V

THE WORKS OF SCIENTIFIC INSTITUTES AND RESEARCH CENTERS

<i>Adam Wanke</i> — Report on the Activities of the Anthropological Research Centre of the Polish Academy of Sciences for the years 1953—1962 .	196
---	-----

VI

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

<i>K. Św.</i> — Plenary Session of the Department II of the Polish Academy of Sciences	206
<i>K. Świątkowska</i> — General Assembly of the Copernicus Society of Polish Naturalists	207
<i>Wacław Gajewski</i> — International Organization of Biosystematizers . .	211
<i>Juliusz Czopek</i> — Report of the 7th Meeting of the Polish Zoological Society	212
<i>A. Breymeyer, J. Łuczak, E. Prot</i> — The Ecological Problematics at the 7th Meeting of the Polish Zoological Society	216

VII

MISCELLANEA

The Competition on Plant Embryology	224
Prizes of the Department II of the Polish Academy of Sciences in 1962 . .	224
A List of Members of Scientific Colleges	224

СОДЕРЖАНИЕ

I

Януш Наст — Аугуст Дэнель	111
Бронислав Филипович — Структура дезоксирибонуклеиновой кислоты и её биологическое значение	121
Зофия Келян-Яворовска — Новые открытия на грани пресмыкающихся и млекопитающих	137

II

ДИСКУССИЯ И ПОЛИТИКА

Войцех Рубинович — Физика и биологические явления	151
Казимеж Богданьски — Биофизика как невыэманципированная научная дисциплина	154
Янина Хуринович — По вопросу биофизики	157
Ирена Хмелевска — Биофизика	159
Генрик Шарски — Замечания об университетской научной программе области биологии	160

III

РЕЦЕНЗИИ

Генрик Шарски — Книга о жизни травяной лягушки	166
Ванда Бычкова-Смык — W. Bloom-Don, W. Fawcett: A Textbook of Histology	168

IV

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

Роман Я. Войтусяк — Голос рыб и его биологическое значение; Казимеж Ковальски — Мовые материалы для ознакомления с *Gigantopithecus*; Зофия Ленкевич — Биологические часы на Южном Полюсе; Станислав Бродзицки — Estradiol-17 β в яйцках американского омара *Normarus americanus*; Я. С. Кныль — Генетический код дезоксирибонуклеиновой кислоты; Я. С. Кныль — m-RNA — рибонуклеиновая

кислота, переносящая генетическую информацию; Я. С. Кыпль — Связи между t-RNA и m-RNA при синтезе белка; Я. С. Кыпль — Является-ли универсальным описанный до сих пор генетический код?; Я. С. Кыпль — Экспериментально доказанное вырождение генетического кода	171
--	-----

V

РАБОТЫ ИНСТИТУТОВ И НАУЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Адам Ванке — Отчёт о деятельности Лаборатории Антропологии ПАН за 1953—1962 гг.	186
---	-----

VI

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

К. Съвѣтковска — Пленарное заседание II Отделения биологических наук Польской Академии Наук	206
К. Съвѣтковска — Общее Собрание Польского Общества Естествоведов им. Коперника	207
Вацлав Гаевски — Международная Организация Биосистематиков . . .	211
Юлиуш Чопек — Отчёт о VII Съезде Польского Зоологического Общества	212

VII

MISCELLANEA

Конкурс по вопросу эмбриологии растений	224
Награды II Отделения Биологических Наук ПАН в 1962 году	224
Перечень членов научных коллегий	224

SPIS TREŚCI

I

<i>Janusz Nast</i> — August Dehnel	111
<i>Bronisław Filipowicz</i> — Budowa kwasu dezoksyrybonukleinowego i jego biologiczne znaczenie	121
<i>Zofia Kielan-Jaworowska</i> — Nowe odkrycia z pogranicza gadów i ssaków	137

II

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Wojciech Rubinowicz</i> — Fizyka a zjawiska biologiczne	151
<i>Kazimierz Bogdański</i> — Biofizyka jako niewyemancypowana dyscyplina nauki	154
<i>Janina Hurynowicz</i> — W sprawie biofizyki	157
<i>Irena Chmielewska</i> — Biofizyka	159
<i>Henryk Szarski</i> — Uwagi o programie studiów biologii na uniwersytetach	160

III

RECENZJE

<i>Henryk Szarski</i> — Książka o życiu żaby trawnej	166
<i>Wanda Byczkowska-Smyk</i> — W. Bloom-Don, W. Fawcett: A Textbook of Histology	168

IV

KRONIKA NAUKOWA

<i>Roman J. Wojtusiak</i> — Wydawanie głosów u ryb i jego biologiczne znaczenie; <i>Kazimierz Kowalski</i> — Nowe materiały do znajomości <i>Gigantopithecus</i> ; <i>Zofia Lenkiewicz</i> — Zegar biologiczny na Biegunie Południowym; <i>Stanisław Brodzicki</i> — Obecność estradiolu-17 β w jamach homara amerykańskiego <i>Homarus americanus</i> ; <i>J. S. Knypl</i> — Genetyczny kod kwasu dezoksyrybonukleinowego; <i>J. S. Knypl</i> — m-RNA — kwas rybonukleinowy przenoszący informację genetyczną; <i>J. S. Knypl</i> — Związki między t-RNA i m-RNA przy syntezie białka; <i>J. S. Knypl</i> — Czy opisany dotychczas kod genetyczny jest uniwersalny?; <i>J. S. Knypl</i> — Doświadczalne wykazanie zwyrodnienia kodu genetycznego	171
---	-----

V

PRACE INSTYTUTÓW I ZAKŁADÓW NAUKOWYCH

<i>Adam Wanke</i> — Sprawozdania z działalności Zakładu Antropologii PAN za lata 1953—1962	196
--	-----

VI

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>K. Św.</i> — Sesja plenarna Wydziału II Polskiej Akademii Nauk	206
<i>K. Świątkowska</i> — Walne Zgromadzenie Polskiego Towarzystwa Przyrod- ników im. Kopernika	207
<i>Wacław Gajewski</i> — Międzynarodowa Organizacja Biosystematyków . . .	211
<i>Juliusz Czopek</i> — Sprawozdanie z VII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Zoo- logicznego	212
<i>A. Breymeyer, J. Łuczak, E. Prot</i> — Problematyka ekologiczna na VII Zjeź- dzie Polskiego Towarzystwa Zoologicznego	216

VII

MISCELLANEA

Konkurs z zakresu embriologii roślin	224
Nagrody Wydziału II PAN w 1962 r.	224
Spis członków kolegiów naukowych	224

SUBSCRIPTION ORDERS SHOULD BE MADE TO:
EXPORT AND IMPORT ENTERPRISE
„RUCH“

WARSZAWA, WILCZA 46

CABLES: EXPRIMRUCH-WARSZAWA

PAYMENTS TO THE ACCOUNT OF: NARODOWY BANK POLSKI No. 1534-6-71

KOSMOS A

DWUMIESIĘCZNIK

WARUNKI PRENUMERATY

CENA W PRENUMERACIE

ROCZNIE

90 zł—

PÓŁROCZNIE

45 zł—

ZAMÓWIENIA I WPLATY PRZYJMUJĄ

CENTRALA KOLPORTAŻU PRASY
I WYDAWNICTW „RUCH”,
WARSZAWA, UL. SREBRNA 12,
KONTO PKO NR 1-6-100.020

URZĘDY POCZTOWE I LISTONOSZE

KSIĘGARNIE „DOMU KSIĄŻKI”

•

PRENUMERATA ZE ZLECENIEM WYSYŁKI ZA GRANICĘ 40 % DROŻEJ, ZAMÓWIENIA DLA ZAGRANICY PRZYJMUJE PRZEDSIĘBIORSTWO KOLPORTAŻU WYDAWNICTW ZAGRANICZNYCH „RUCH”, WARSZAWA, ULICA WILCZA NR 46
KONTO PKO NR 1-6-100.024

•

BIEŻĄCE NUMERY MOŻNA NABYĆ LUB ZAMÓWIĆ W KSIĘGARNIACH „DOMU KSIĄŻKI” ORAZ W OŚRODKU ROZPOWSZECZNIANIA WYDAWNICTW NAUKOWYCH POLSKIEJ AKADEMII NAUK — WZORCOWNIA WYDAWNICTW NAUKOWYCH PAN — OSSOLINEUM — PWN, PAŁAC KULTURY I NAUKI (WYSOKI PARTER)

TYLKO PRENUMERATA ZAPEWNIĄ REGULARNE OTRZYMYWANIE CZASOPISMA