

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1977

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

prof. dr Tadeusz Gorczyński, prof. dr Kazimierz Petrusewicz
prof. dr Adam Urbanek
redaktor naczelny: *prof. dr Włodzimierz Michajłow*
sekretarz: *mgr Jadwiga Kwiatkowska*

Adres redakcji: 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki
(tel. 20-02-11, wewn. 2544)

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1260 + 110, ark. wyd. 8,75, ark. druk. 6,625 + 0,125 kr.

Papier druk. sat. kl. III, 80 g. 70+100.

Oddano do składania 27.I.77 r. Podpisano do druku 14.IV.77 r.

Druk ukończono w kwietniu 1977 r.

Zam. 57/77

F-84

Cena zł 15,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Sniadeckich 8

TRZYDZIEŚCI LAT WSPÓŁPRACY BIOLOGÓW POLSKICH I RADZIECKICH

WZAJEMNE POZNAWANIE SIĘ I WSPÓŁPRACA

Szczegółowe omówienie spraw związanych ze współpracą wydziałów biologicznych Akademii Nauk — polskiej i radzieckiej oraz, szerzej biorąc, biologów Polski i ZSRR nie jest możliwe w ramach krótkiego artykułu. Może ono więc mieć jedynie charakter ogólnoprzeglądowy i syntetyczny. Nie sposób przy tym uniknąć z jednej strony spojrzenia historycznego na tę sprawę z perspektywy minionych 30 lat, jak również próby klasyfikacji metod współpracy biologów polskich i radzieckich z punktu widzenia aktualnych potrzeb rozwoju nauk biologicznych.

W okresie przedwojennym kontakty biologów polskich i radzieckich, choć istniały i odgrywały określoną rolę, miały jedynie sporadyczny charakter i były wyrazem inicjatyw indywidualnych. Przykładowo można wspomnieć o wyprawach badawczych znakomitego zoologa i parazytologa polskiego, K. Janickiego, do ZSRR (nad Wołgę) w 1927 i 1928 r. Podczas tych wypraw prowadził on uwięzione powodzeniem i utrwalone w literaturze naukowej badania nad tasieńcem — *Amphilina foliacea*, pasożytem ryb i nad jego cyklem rozwojowym. Pamiątki po tych wyprawach w postaci notatek polskiego uczonego są do dziś przechowywane z pietyzmem w Instytucie Zoologicznym AN ZSRR w Leningradzie.

Po ostatniej wojnie sytuacja w zakresie kontaktów z nauką radziecką uległa radykalnej zmianie. Wkrótce po wyzwoleniu kraju spod okupacji hitlerowskiej stało się dla biologów polskich oczywiste, że szeroka współpraca z nauką radziecką jest — podobnie jak we wszystkich innych dziedzinach — konieczna, wysoce pożądana i korzystna. Specjalne znaczenie — także dla naszej biologii i biologów — miało przekazanie w 1946 r. przez władze ZSRR do dyspozycji ówczesnego Ministerstwa Oświaty w Warszawie ogromnego zbioru książek naukowych z różnych dziedzin wiedzy wydanych w Związku Radzieckim. Zapoznanie się z dziełami i podręcznikami z zakresu biologii niewątpliwie pomogło biologom polskim uzupełnić luki w ich wiadomościach, powstałe wskutek 5-letniego całkowitego niemal odcięcia od nauki światowej. Wśród książek radzieckich było także wiele przekładów z literatury naukowej innych krajów, co oczywiście pomogło nam w szybszym przyswojeniu osiągnięć biologii światowej i odegrało poważną rolę także w kształceniu młodych kadr naukowych.

W latach 1949—1951 panował w Polsce duży ruch naukowy, w którym aktywny udział brali także biologowie, a który związany był z przygotowaniami do I Kongresu Nauki Polskiej i pracami jego Komitetu Organizacyjnego. Kongres ten miał ustalić ówczesny stan wszystkich dziedzin nauki w kraju, wytyczyć ich zadania na przyszłość oraz określić zasady organizacji instytucji naukowych.

W okresie przygotowań do Kongresu odbyło się wiele zjazdów i konferencji poświęconych różnym dziedzinom biologii. W niektórych spośród nich brali udział przedstawiciele biologii radzieckiej, we wszystkich brano już pod uwagę świeżo poznane zdobycze biologii Kraju Rad. W okresie tym przebywali w różnych ośrodkach naukowych w Polsce akad. M. Fiodorow (neurofizjolog), N. Biriukow (fizjolog i ekolog), E. Pawłowski (zoolog i parazytolog), C. Asratjan (neurofizjolog), A. Oparin (biochemik) oraz wielu innych biologów radzieckich.

Najpoważniejszym przedsięwzięciem przygotowanym do Kongresu Nauki w dziedzinie biologii była konferencja agrobiologów, biologów i medyków w Kuźnicach, która trwała od 27.XII.1950 r. do 6.I.1951 r. i skupiła wybitniejszych przedstawicieli nauk biologicznych, rolniczych i medycznych.

Akademia Nauk ZSRR wydelegowała na tę konferencję swych przedstawicieli w osobach N. Sisakjana (biochemik), E. Miszustina (mikrobiolog) i W. Rusinowa (neurofizjolog). Delegacja radzieckich biologów brała aktywny udział w obradach konferencji. Na Konferencji Kuźnickiej omawiano bardzo szeroki krąg problemów biologicznych. Toczyła się niezwykle ożywiona dyskusja nad podstawowymi problemami biologii oraz ich aspektami ideologicznymi. Z uwagą omawiano dorobek i koncepcje radzieckiej biologii. Był to trudny okres dla biologii radzieckich, kiedy to w wyniku tzw. kultu jednostki określone poglądy i tezy narzucone z góry powodowały nieraz ciężkie konflikty ideowe i naukowe (co zaciążyło w określony sposób także na przebieg dyskusji kuźnickiej). Obecnie z perspektywy czasu uznać chyba można, że podstawowy nurt dyskusji na konferencji nacechowanej głębokim zaangażowaniem uczonych polskich w sprawy ich nauki oraz atmosfera obrad miały duże, w znacznej mierze pozytywne znaczenie dla dalszego rozwoju nauk biologicznych w kraju. Sam fakt pierwszego w dziejach nauki polskiej roboczego spotkania przedstawicieli nauk rolniczych, medycznych i biologicznych oraz wspólnej dyskusji nad podstawowymi problemami tych nauk nie mógł pozostać bez wpływu na ich dalszy rozwój.

Na I Kongresie Nauki Polskiej, który odbył się w Warszawie w dniach 29.VI.—3.VII.1951 r., brała udział delegacja z Akademii Nauk ZSRR. W jej skład wchodził: A. Oparin, znakomity biochemik i twórca teorii powstania życia na Ziemi (do dziś szeroko dyskutowanej i rozwijanej) oraz Ch. Kosztójanc, znakomity fizjolog. Biologowie radzieccy nie ograniczyli się do udziału w obradach plenarnych Kongresu oraz w pracach jego sekcji biologicznej. Odbyli oni wiele spotkań z biologami polskimi, zwiedzali biologiczne placówki naukowe działające w Warszawie.

W wyniku I Kongresu Nauki Polskiej i na podstawie jego uchwał, powołana została Polska Akademia Nauk. W PAN rozpoczął od 1952 r. działalność Wydział Nauk Biologicznych (obejmujący także nauki rolnicze i medyczne), następnie zaś utworzono odrębny Wydział II — Nauk Biologicznych.

Na porządku dziennym prac tego Wydziału stała oczywiście także sprawa współpracy z biologią radziecką. Tendencja ta znalazła m.in. wyraz w powoływaniu znakomitych biologów radzieckich na członków zagranicznych PAN. Od czasu powstania Wydziału Nauk Biologicznych jego zagranicznymi członkami byli: A. W. Palladin, W. N. Sukaczew, K. E. Skrzabin, I. N. Pawłowski, W. N. Beklemiszew, N. P. Dubinin, W. A. Engelhardt, S. E. Siewerin. W placówkach naukowych Wydziału Nauk biologicznych PAN coraz liczniej zatrudniani byli młodzi naukowcy, którzy kończyli studia lub odbywali aspiranturę w ZSRR i przenosili

często do tych placówek dorobek znanych na świecie szkół naukowych radzieckich.

Wkrótce po powstaniu Wydziału Nauk Biologicznych PAN oraz ukształtowaniu się sieci jego placówek badawczych, podjęto dyskusję nad metodami współpracy z biologami pracującymi w AN ZSRR i z jej placówkami biologicznymi. Uważano, że istnieje jakby pewne stopniowanie w rozwijaniu form współpracy. Uznano, że podstawą dobrej współpracy umożliwiającą rozwijanie jej dalszych, doskonalszych postaci jest szybka i pełna informacja o prowadzonych i wykonanych w placówkach naukowych obu krajów pracach badawczych.

Poważną rolę w informowaniu biologów polskich o pracach biologicznych ośrodków badawczych radzieckich odegrało — i odgrywa nadal — czasopismo ogólnobiologiczne Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika „Kosmos”. W działach referatowym oraz dyskusyjnym tego pisma stale omawiane były sprawy biologii radzieckiej oraz jej zdobycze. Przykładowo wspomnieć można omówienie poświęcone w 1958 r. czterdziestoleciu rozwoju biologii w Związku Radzieckim, 40-leciu biologii w Ukraińskiej SRR. „Kronika naukowa” tego czasopisma przynosi ustawicznie — począwszy od 1952 r. wiele informacji o zawartości biologicznych czasopism radzieckich i publikowała omówienia ważniejszych ukazujących się w nich prac. Przebieg wielu konferencji i zjazdów, które odbywały się w ZSRR i w których uczestniczyli biologowie polscy, referowane były stale w odpowiednim dziale „Kosmosu”. W roku 1974 omówiono szczegółowo problemy biologii, które zajęły sporo miejsca w obradach Zgromadzenia Ogólnego AN ZSRR, 3.III.1974 r. Opublikowano tekst Uchwały KC KPZR i Rządu Radzieckiego w sprawie rozwoju biologii molekularnej. W dziale recenzji publikowano wiele omówień radzieckich dzieł naukowych.

Biorąc pod uwagę, że najlepsza nawet informacja drukowana nie zastąpi kontaktów osobistych, zorganizowano kilka wyjazdów zapoznawczych do ZSRR większych grup biologów polskich. W roku 1955 przebywała w ZSRR 14-osobowa grupa biologów polskich pod przewodnictwem ówczesnego Sekretarza Wydziału Nauk Biologicznych PAN, prof. K. Petruszewicza. Zapoznano się wówczas z licznymi instytutami i zakładami naukowymi ZSRR oraz ich pracami. W tym samym roku przebywała w ZSRR grupa parazytologów polskich (prof. prof. W. Stefański, W. Michajłow, Z. Kozar), którzy zapoznali się szczegółowo z pracami placówek parazytologicznych Moskwy, Leningradu i Kijowa. Parazytologowie radzieccy, a wśród nich znakomici uczeni, akad. K. Skrzabin i akad. E. Pawłowski, uczestniczyli niemal we wszystkich zjazdach Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego. Po zawarciu przez PAN i AN ZSRR umów o współpracy naukowej, co pociągnęło za sobą regularne układanie wieloletnich i rocznych planów współpracy, podjęto wymianę pracowników naukowych biologicznych placówek badawczych obu Akademii. Wyjazdy takie, które objęły w sumie poważną grupę osób ze strony polskiej, miały często już nie tylko charakter zapoznawczy. Służyły one coraz częściej sprawom bezpośredniej współpracy naukowej.

Oczywiście wzajemna informacja o wykonanych pracach badawczych, o ich założeniach metodologicznych i metodycznych, o projektach i planach badawczych była i pozostaje nadal niezbędnym warunkiem współpracy. Okazało się jednak już w latach sześćdziesiątych, że nie wyczerpuje ona możliwości współpracy biologii polskiej i radzieckiej, że konieczne jest rozwijanie także innych wyższych form współdziałania. Możliwości poszukiwania takich form zwiększyły się zwłaszcza wówczas, gdy obie

Akademie uznały za celowe zawieranie bezpośrednich umów o prowadzeniu wspólnych badań pomiędzy instytutami i zakładami polskimi i radzieckimi.

W roku 1972 ówczesny Sekretarz Naukowy Wydziału Nauk Biologicznych PAN, prof. Wł. Michajłow spotkał się w czasie pobytu w AN ZSRR z Sekretarzem Naukowym Wydziału Biologii Ogólnej AN ZSRR, prof. K. M. Ryzikowem i omówił z nim aktualny stan i perspektywy współpracy obu wydziałów. Naszemu Wydziałowi Nauk Biologicznych odpowiadają trzy wydziały AN ZSRR — Biologii Ogólnej, Biochemii oraz Fizjologii, toteż zachodzi potrzeba współpracy z każdym z nich.

W Instytucie Morfologii Ewolucyjnej AN ZSRR im. Siewiercowa omówiono wówczas plan wspólnych działań w kierunku rozwoju biologii teoretycznej i ewolucyjnej, której potrzeba jest coraz silniej odczuwana wśród biologów ZSRR. Po powołaniu u nas Komitetu Naukowego Biologii Ewolucyjnej i Teoretycznej istnieją możliwości ustalenia planu współpracy w zakresie organizacji sympozjów, konferencji roboczych itp. W. Michajłow wziął wówczas udział w posiedzeniu naukowym Instytutu Helminologii PAN poświęconym pamięci K. I. Skrjabina. W Wydziale Biologii Ogólnej AN ZSRR odbył się odczyt pt. Problemy parazytologii ewolucyjnej w pracach badaczy polskich. Na odczyt ten przybyli pracownicy instytutów oraz m.in. akad. A. P. Markiewicz z Kijowa, akad. A. A. Spasski z Mołdawii, niektórzy parazytologowie z Leningradu i Gruzji. Odczyt wywołał ożywioną dyskusję.

W okresie tym można było odnotować bliższą współpracę Instytutu Biochemii i Biofizyki PAN z Instytutami Biologii Molekularnej oraz Morfologii Zwierząt AN ZSRR na temat biosyntezy lipidów; Instytutu Biologii Doświadczałnej im. M. Nenckiego z Instytutem Fizjologii Wyższych Czynności Nerwowych oraz Instytutem Fizjologii Gruzińskiej AN nad zagadnieniami fizjologii człowieka i zwierząt, z Instytutem Eksperymentalnej Medycyny AN Med. and metabolismem i biogenezą mitochondriów, z Instytutem Zoologii AN ZSRR nad problemami hydrobiologii; Instytutu Ekologii PAN z Instytutem Zoologii Lit. AN and *Clethrionomys glareolus* (modelowe badania nad produktywnością populacji); Zakładu Paleozoologii PAN z Instytutem Paleozoologii AN ZSRR w zakresie uzupełniania i wymiany zbiorów; Zakładu Zoologii Doświadczałnej PAN z Instytutem Zoologii w Leningradzie na temat kariologii rzadkich ssaków.

Jako pewnego rodzaju skromny przykład (jednakże w pewnym sensie modelowy) współpracy polegającej na prowadzeniu wspólnych badań, przytoczyć można współdziałanie Zakładu Parazytologii PAN oraz Laboratorium Helminologii AN ZSRR im. K. Skriabina („Gełan”).

W roku 1971 przez akad. K. Skriabina i prof. W. Michajłowa podpisany został „roboczy plan współdziałania” na lata 1971—1972. Ustalono wtedy wspólny kierunek i zakres badań: „Biochemia i fizjologia ewolucyjna helmintów”. Treść i cel współpracy miały polegać na „kompleksowym opracowaniu, opartym na wspólnej metodologii, zagadnień metabolizmu oddechowego i azotowego tasiemców”. W tym celu miano: „poznawać typy metabolizmu poszczególnych stadiów rozwojowych, końcowych produktów metabolizmu, jak również zmian zachodzących w związku ze zmianą środowiska i warunków życia tasiemców w ontogenezie i filogenezie”. Plan pracy przewidywał „wykonywanie określonych, uzupełniających się badań dla pracowników obu zakładów”, ustalał, że „główną formą współpracy jest wykonywanie prac laboratoryjnych,

konsultacji i spotkań roboczych, wymiana dokumentacji i wzajemne odwieczanie się współpracowników”.

Projektowano też wspólne publikowanie uzyskiwanych wyników. W „planie pracy” na lata 1973—1975 zadania obu zakładów określono dokładniej i bardziej szczegółowo. W roku 1973 w laboratorium radzieckim zbadano enzymy proteolityczne tasiemców z grupy *Cyclophyllidea*, w Zakładzie Parazytologii PAN — proteolityczne fermenty przedstawicieli grupy *Pseudophyllidea*. Obecnie toczą się wspólne prace nad aktywnością arginazy u form larwalnych i dojrzałych niektórych przedstawicieli *Pseudophyllidea* oraz aktywnością oksydoreduktaz cysticerkoidów niektórych *Cyclophyllidea*. Dzięki współpracy, podziałowi zadań i stosowaniu całego wachlarza uzgodnionych metodyk, prace są wykonywane szybciej i mają większą wartość niż gdyby obie instytucje prowadziły je niezależnie od siebie. Niewątpliwie, przykładów współpracy tego typu można by przytoczyć więcej.

Do tych wyższych form współdziałania można zaliczyć prowadzenie wspólnych badań w ramach wielkich przedsięwzięć badawczych, np. ekspedycji naukowych. Wspomnieć tu należy, że biologowie polscy trzykrotnie już uczestniczyli w radzieckich wyprawach antarktycznych, wykonując liczne badania w ramach określonych wspólnych zadań.

W roku 1974 grupa polskich biologów pod kierownictwem prof. R. Klekowskiego uczestniczyła w wyprawie badawczej radzieckiego statku „Akademik Kurczatow”. Badacze polscy wykonywali powierzoną im część badań w oparciu o metodykę opracowaną u nas w kraju i posługując się oryginalną lub udoskonaloną aparaturą. W wyniku przeprowadzonych badań poszerzono znacznie wiedzę o prawidłowościach metabolizmu skorupiaków planktonowych. Posunięto również rozpoznania dotyczące koncentracji zawiesin w różnych strefach Pacyfiku.

Kończąc ten nader zwarty, ogólny przegląd współpracy biologów polskich i radzieckich na przestrzeni minionych 30 lat, można mieć pewność, że wszystkie jej wymienione wyżej formy będą nadal się rozwijać i że dominować w niej zaczną właśnie metody doskonalsze, odpowiadające aktualnemu etapowi „rewolucji biologicznej” w nauce.

Włodzimierz Michajłow

O WSPÓŁPRACY POLSKIEJ I RADZIECKIEJ BIOCHEMII FIZJOLOGII I NEUROFIZJOLOGII W OSTATNIM 30-LECIU

Sądzę, że przystępując do napisania artykułu na podany wyżej temat wskazane i celowe jest cofnąć się myślą o kilkadziesiąt lat wstecz, mianowicie do 1890 r. W tym to bowiem czasie znakomity polski biochemik, Marcei Nencki (1847—1901), który w przeciągu lat dwudziestu, a więc od zarania swojej kariery naukowej pracował w Bernie, w Szwajcarii, uzyskując rozgłos światowy, został zaproszony do Petersburga celem zorganizowania z już wówczas słynnym fizjologiem rosyjskim, I. P. Pawłowem (1849—1936), „Instytut Medycyny Eksperymentalnej”. Nencki zorganizował i kierował laboratorium chemicznym i biochemicznym, Pawłow zaś — laboratorium fizjologicznym.

Zetknięcie się tych dwóch wielkich badaczy i dwóch potężnych indywidualności już w krótkim czasie doprowadziło do nawiązania współpracy nad szeregiem zagadnień, które od lat interesowały każdego z nich, aczkolwiek od nieco innej strony. Wymienić tu należy w pierwszym rzę-

dzie zagadnienie soków trawiennych oraz chemizm i miejsce syntezy mocznika w organizmie. Zupełnie wyjątkowe zdolności chirurga, które posiadał I. P. Pawłow, w połączeniu z ogromną wiedzą chemiczną i mistrzostwem analitycznym Marcelego Nenckiego, pozwoliły m.in. wykazać, że wątroba jest głównych, aczkolwiek nie jedynym, miejscem powstawania mocznika. Badania tych wielkich uczonych w sposób decydujący wyjaśniły ponadto, że bezpośrednim źródłem mocznika jest amoniak odszepiający się od aminokwasów, wchodzących w skład białek.

Ponieważ razem z Nenckim przyjechała ze Szwajcarii grupa jego uczniów Polaków, wobec tego lata pracy Nenckiego w „Instytucie Medycyny Eksperymentalnej” w Petersburgu należy uznać za prawdziwy początek dość ścisłej współpracy polskiej i rosyjskiej biochemii i fizjologii. Trzeba w tym miejscu zaznaczyć, że zakres zainteresowań naukowych Marcelego Nenckiego był ponadto niezwykle różnorodny. Należy tu wspomnieć o pięknych pracach Nenckiego nad chemią czerwonego barwnika krwi, hemoglobiny, których wyniki jak najbardziej, być może, łączą się z nazwiskiem naszego wielkiego uczonego. Badania te są równocześnie bardzo ciekawym przykładem „współpracy na odległość” z młodszym o dwadzieścia lat od Nenckiego utalentowanym polskim biochemikiem Leonem Marchlewskim (1869—1946). Marchlewski, pracując początkowo w Anglii, następnie zaś w Krakowie, badał produkty chemicznego rozpadu chlorofilu, zielonego barwnika roślin. Marchlewskiemu i Nenckiemu, który w Petersburgu pracował w tym zakresie razem z Zaleskim (1869—1932), późniejszym profesorem Uniwersytetu Warszawskiego, udało się wykryć wspólny produkt rozpadu tych dwóch białek: wskazywało to na ich podobne do siebie cechy strukturalne i doprowadziło Nenckiego i Marchlewskiego do daleko idących uogólnień biologicznych o wspólnym pochodzeniu świata zwierząt i roślin.

Przedwczesna śmierć Marcelego Nenckiego, zmarłego na raka żołądka w 1901 r., w pełnym rozkwicie twórczości naukowej, przerwała jego szeroko zakrojone dalsze badania, przerwała równocześnie na bardzo długie lata współpracę naukową w dziedzinie biochemii i fizjologii pomiędzy uczonymi rosyjskimi i polskimi. Część byłych uczniów Nenckiego, Polaków, powróciła do ziemi ojczystej, kontynuując badania przeważnie na wyższych uczelniach w Warszawie i innych miastach polskich, część — pozostała w Rosji, część zaś rozproszyła się prawdopodobnie po świecie.

Za swego życia w Petersburgu Marceli Nencki cieszył się ogromnym uznaniem, popularnością i szacunkiem nie tylko wśród lekarzy, chemików, fizjologów, biochemików itd., lecz również w szerokich kręgach społeczeństwa rosyjskiego. Ten wielki szacunek dla Nenckiego zachował się również i po jego śmierci.

Gdy po pierwszej wojnie światowej wszelkie kontakty naukowe pomiędzy Polską a Rosją, wówczas już Związkiem Radzieckim, praktycznie biorąc nie istniały, znamienne jest, że Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego, który został utworzony w Warszawie w 1918 r., otrzymał w darze od Rządu Radzieckiego, w końcu lat dwudziestych, zgodnie z pośmiertnym zapisem N. Sieber-Szumowej, wieloletniej współpracownicy Nenckiego, niezmiennie cenny dar w postaci jego prywatnego księgozbioru. Księgozbiór ten liczył wiele setek tomów, głównie czasopism fizjologicznych i biochemicznych. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że Biblioteka Instytutu była wówczas niewątpliwie jedną z zupełnie nielicznych placówek, utrzymujących ściśle kontakty z analogicznymi placówkami Związku Radzieckiego: dokładniej zaś mówiąc, Biblioteka Instytutu Nenckiego otrzymywała w drodze wymiany czasopisma i inne

wydawnictwa od ponad dwudziestu placówek naukowych z terenu Związku Radzieckiego.

Chciałbym teraz zatrzymać się nieco na osobistych kontaktach naukowych, które mimo wszystko istniały w okresie międzywojennym w końcu lat dwudziestych, mianowicie pomiędzy młodymi wówczas lekarzami-fizjologami, Stefanem Millerem (zmarłym tragicznie w czasie II wojny światowej) i Jerzym Konorskim, a wielkim fizjologiem rosyjskim Iwanem Pawłowem.

Otóż po zaznajomieniu się z badaniami I. P. Pawłowa i jego teorią odruchów warunkowych wspomniani młodzi fizjologowie, wówczas właściwie jeszcze studenci medycyny, byli wręcz zafascynowani tą dziedziną; z drugiej zaś strony doszli oni do wniosku, że pawłowska teoria odruchów warunkowych, odruchów pokarmowych, wymaga uzupełnienia w postaci zupełnie innego rodzaju doświadczeń, mianowicie doświadczeń nad odruchami ruchowymi, później nazwanymi przez nich odruchami II typu. Badacze, po długich staraniach uzyskali wreszcie możliwość przystąpienia do swoich pierwszych eksperymentów w tym kierunku, wykonywanych w Warszawie w warunkach jak najbardziej prymitywnych. Niemniej jednak już pierwsze wyniki tych doświadczeń, jak im się słusznie wydawało, były tak ciekawe i uzyskane zupełnie oryginalnym podejściem do tych zagadnień, że Miller i Konorski zgłosili je w 1928 r. we francuskim czasopiśmie *C. R. Seanc. Soc. Biol.*, ponadto zaś napisali obszerny list o swoich pracach bezpośrednio do I. P. Pawłowa do Leningradu. Pawłow bardzo zainteresował się pracami Millera i Konorskiego i, co było jak na owe czasy czymś zupełnie wyjątkowym, dzięki swemu ogromnemu autorytetowi, uzyskał dla młodych polskich fizjologów oficjalne zaproszenie i wizę na ich dłuższy pobyt w swoich laboratoriach.

W pięknie napisanej autobiografii, która ukazała się w 1974 r. pisana zaś była niemal tuż przed śmiercią, prof. J. Konorski (1903—1973) niezwykle barwnie i ciekawie opisuje wspomniane wyżej początki swojej kariery naukowej i swoje kontakty osobiste z Pawłowem. O wspaniałym rozwoju późniejszej działalności Konorskiego i jego współpracowników już w okresie ostatniego 30-lecia, będzie jeszcze mowa w dalszej części tego artykułu.

Bezpośrednio po zakończeniu II wojny światowej, gdy kontakty polskiej i radzieckiej nauki stały się możliwe, dość dziwne może wydawać się, że pierwsze zetknięcie się polskich i radzieckich biochemików, fizjologów i neurofizjologów miało miejsce nie w Polsce i nie w Związku Radzieckim, lecz poza granicami naszych krajów. W roku 1947 odbył się w Anglii, w Oxfordzie pierwszy powojenny, a XVII z kolei wielki międzynarodowy Kongres Fizjologiczny, w którym wzięło udział ok. 1700 osób z kilkudziesięciu krajów. Ze Związku Radzieckiego przyjechała na ten kongres kilkunastoosobowa delegacja fizjologów i biochemików, tyleż mniej więcej liczyła delegacja polska. Wzajemne powitanie naszych delegacji było niezwykle serdeczne. Dużo mówiliśmy wówczas o perspektywach naszych dalszych międzynarodowych kontaktów i o projektach i planach naszej współpracy. Niestety przyszłość potoczyła się nieco inaczej. Gdy w 1949 r. w Cambridge odbył się pierwszy Międzynarodowy Kongres Biochemiczny, również zakrojony na wielką skalę, delegacja polska składała się tylko z dwóch osób (J. Heller i W. Niemierko), natomiast ze Związku Radzieckiego nie przyjechał nikt. Nieco lepiej pod tym względem wyglądała sytuacja w czasie drugiego międzynarodowego Kongresu Biochemicznego, który miał miejsce w Paryżu w 1952 r. Ze Zwią-

ku Radzieckiego przyjechało wówczas pięciu biochemików, z Polski zaś trzy osoby.

Na ogół biorąc, w późniejszych Międzynarodowych Kongresach zarówno fizjologicznych, jak i biochemicznych liczba uczestników z naszych krajów była przeważnie niewielka. Jedynym chyba wyjątkiem pod tym względem był V Międzynarodowy Kongres Biochemiczny, który się odbył w 1961 r. w Moskwie. Wówczas, dzięki usilnym staraniom i wysiłkom powstałego w tym mniej więcej czasie Polskiego Towarzystwa Biochemicznego, w Moskiewskim Kongresie uczestniczyło ok. 100 osób z Polski. Stało się to okolicznością niezwykle szczęśliwą. Dało ono bowiem możliwość po raz pierwszy zetknięcia się dość dużej liczby biochemików polskich, w tym też osób stosunkowo młodych z biochemikami radzieckimi i, co było nie mniej ważne, z biochemikami z innych krajów. Młodzi polscy uczeni wygłosili dużą ilość referatów przeważnie po raz pierwszy w środowisku międzynarodowym oraz brali udział w ożywionych dyskusjach, które bardzo się przyczyniły do nawiązania późniejszych bliższych kontaktów naukowych i ze Związkiem Radzieckim i z krajami zachodnimi.

Fizjologowie i biochemicy starszego pokolenia byli pod tym względem na ogół w nieco lepszej sytuacji, ale z wyjątkami, o których będzie mowa nieco dalej. Tak na przykład Franciszek Czubalski i Włodzimierz Niemierko już w 1955 r. byli imiennie zaproszeni na VIII z kolei Kongres Towarzystwa Fizjologów, Biochemików i Farmakologów ZSRR, który odbywał się w Kijowie. Wygłosiliśmy wówczas dość obszerne referaty o prowadzonych w naszym kraju badaniach w tych dziedzinach oraz zwiedziliśmy ciekawie zorganizowany Instytut Biochemiczny, którego dyrektorem był A. W. Pałladin — wybitny biochemik i pionier w zakresie badań neurochemicznych w ZSRR.

Przechodząc obecnie do spraw bardziej ściśle związanych z tytułem mego artykułu muszę szczerze powiedzieć, że pierwszych kilka lat powojennych było w Polsce okresem nie zawsze sprzyjającym rozwojowi badań biologicznych. Chodzi nie tylko o to, że z reguły badania doświadczalne z fizjologii i biochemii rozpoczynać trzeba było od stanu zerowego, niezbędne zaś urządzenia do tych badań praktycznie biorąc nie istniały; te trudności dzięki niezwykle hojnej pomocy naszego Rządu można było stopniowo pokonać.

Istniały jednak, i to przez dość długi nawet okres czasu, zupełnie innego rodzaju trudności. Dotyczyły one przede wszystkim neurofizjologii, a również niektórych innych dziedzin nauk biologicznych. Przyszli historycy wyjaśnią, mijemy nadzieję, genezę i przebieg tych szkodliwych dla nauki okresów, kiedy to niektórzy wybitni badacze potępiani byli nie ze względów merytorycznych, lecz z powodu odchylenia od jakoby słusznych „poglądów oficjalnych”.

Nie sędzę, że warto dłużej zatrzymywać się na tych sprawach, tym bardziej, że okres ten, lapidarnie zwany „okresem błędów i wypaczeń” już od wielu lat mamy za sobą. Trudno mi jednak, jako naocznemu świadkowi, całkowicie wymazać ze swojej pamięci te wszystkie kłopoty i trudności jakie napotykał w końcu lat czterdziestych i na początku lat pięćdziesiątych najwybitniejszy polski neurofizjolog i powszechnie ceniony znawca fizjologii mózgu, Jerzy Konorski, mój zaś od dawien dawna serdeczny przyjaciel.

Jak już wspomniałem, zarówno nasza biochemia, jak też fizjologia uzyskały później możliwość normalnego rozwoju; jeżeli zaś chodzi o Jerzego Konorskiego uznanie i autorytet, którym on i jego szkoła cieszyły się

w Związku Radzieckim były i są nie mniejsze niż w naszym kraju.

Mówiąc o kontaktach polskich i radzieckich neurofizjologów należy wspomnieć o działalności nazwanej „Intermozgiem”, tj. Komisji Problemowej Współpracy Naukowej Akademii Nauk Krajów Socjalistycznych nad problemem „Neurofizjologia i Wyższe Czynności Nerwowe”. Komisja ta powołana w 1972 r. jest w istocie rzeczy rozwinięciem uprzednio prowadzonej współpracy fizjologów Polski, ZSRR i Czechosłowacji.

W porozumieniu z kierownikami poszczególnych zespołów badawczych, w których skład wchodził między innymi J. Konorski jako przedstawiciel Polski, E. A. Asratian ze Związku Radzieckiego, E. Gutman z Czechosłowacji, uchwalono zorganizowanie sympozjum poświęconego centralnym i peryferycznym mechanizmom działalności ruchowej zwierząt. Sympozjum takie odbyło się w 1958 r. w Osiecznej koło Poznania; materiały tego Sympozjum opublikowano przez wydawnictwo Akademii Nauk ZSRR. W trakcie tego Sympozjum podjęto decyzję o organizacji okresowych spotkań tego typu również i w dalszych latach. Zgodnie z tym miały one miejsce w Liblicach koło Pragi (1961), w Erewaniu (1964), w Warszawie (1972) i ponownie w Liblicach (1975).

Niezależnie od tego miały miejsce indywidualne przyjazdy przeważnie krótkoterminowe szeregu fizjologów radzieckich do Polski oraz polskich fizjologów do ZSRR. Celem tych wzajemnych wizyt było bądź wygłoszenie odczytów, bądź zapoznanie się z działalnością poszczególnych placówek w naszych krajach oraz prowadzenie bezpośrednich dyskusji naukowych. Warto może w tym miejscu wspomnieć o tym, że ok. 5% fizjologów, bądź neurofizjologów zatrudnionych w Instytucie im. M. Nenckiego PAN kształciło się w uczelniach radzieckich. Mówiąc o neurofizjologii należy jeszcze zaznaczyć, że w wydawanym przez Instytut im. M. Nenckiego międzynarodowym czasopiśmie „Acta Neurobiologiae Experimentalis” (poprzedni tytuł „Acta Biologiae Experimentalis”) w ciągu ostatnich lat dziesięciu, ok. 10% ogólnej ilości prac pochodziło od uczonych radzieckich.

Tak jak i dawniej Biblioteka naszego Instytutu prowadzi bardzo ożywioną działalność wymienną, będąc w kontakcie z ponad dwudziestoma placówkami naukowymi Związku Radzieckiego.

Przechodząc teraz do kontaktów i współpracy dotyczącej biochemii należy na wstępie zaznaczyć, że jest ona zasadniczo biorąc nie mniej aktywna; ze względu jednak na swoją różnorodność nie jest łatwa do zwięzłego omówienia.

Zacznę może od tego, że polscy biochemicy, w niewielkiej co prawda liczbie, ale po części jako goście honorowi brali udział we wszystkich trzech dotychczasowych Wszechzwiązkowych Zjazdach Biochemicznych (Leningrad, 1964; Taszkent, 1969 i Ryga, 1974). Udział w tych Zjazdach pozwolił na odnowienie dawnych, nieraz długie lata liczących znajomości i nawiązanie nowych kontaktów. Szczególnie sprzyjał temu ostatni Zjazd w Rydze, o czym pisałem obszernie w swoim artykule w „Nauce Polskiej” (1975).

Przy tej sposobności należy wspomnieć o dość częstych wyjazdach biochemików polskich na liczne systematycznie organizowane w ZSRR sympozja poświęcone węższym problemom biochemicznym, dotyczącym np. neurochemii, mitochondriów, mięśni itp. Rzadziej natomiast, niestety, uczestniczyli w analogicznych sympozjach polskich biochemicy ze Związku Radzieckiego. Z drugiej jednak strony w okresie trzydziestolecia gościliśmy wielokrotnie wybitnych biochemików radzieckich, którzy przybywali do nas na wykłady, bądź seminaria, bądź w celu

podpisywania oficjalnych umów o współpracy, bądź wreszcie w celu uczestniczenia w różnego rodzaju uroczystościach naukowych. Wydobynam ze swojej pamięci i wymieniam tu nazwiska tych biochemików, którzy, jak wspomniałem, odwiedzili Polskę i których osobiście dobrze znałem: A. W. Paładin, A. I. Oparin, W. A. Engelhardt, M. N. Lubimowa, E. M. Kreps, A. N. Biełozierskij, S. E. Sewerin, A. A. Bajew, A. E. Braunstein, W. L. Kretowicz, S. A. Nejjfach, N. N. Demin, N. M. Sisakian i zapewne wielu innych.

Innego rodzaju formą kontaktów biochemicznych były wyjazdy młodych polskich biochemików na studia uniwersyteckie, bądź studia aspiranckie do Związku Radzieckiego. Stosunkowo mniej liczne były przyjazdy na analogiczne studia z ZSRR do nas.

Ciekawą innowację w kontaktach młodych biochemików wprowadził ostatnio Instytut Biochemii Uniwersytetu Warszawskiego organizując wspólnie z Instytutem Biochemii Uniwersytetu im. Łomonosowa w Moskwie coroczną wymianę grup studentów w ramach praktyk wakacyjnych.

Przystępuję wreszcie do omówienia naszej współpracy w ścisłym tego słowa znaczeniu. Mam tu na myśli badania naukowe prowadzone w laboratoriach polskich przy współudziale biochemików radzieckich i odwrotnie, prace w laboratoriach w ZSRR z udziałem biochemików polskich. Wspomniałem już wyżej, że współpraca ta była bardzo aktywna, ale ze względu na jej różnorodność nie jest łatwa do zwięzłego jej przedstawienia. Dlatego też uważam za możliwe jedynie wymienić szereg ośrodków, względnie instytutów badawczych zarówno polskich, jak i radzieckich, w których prowadzone były wspólne prace oraz scharakteryzować problematykę i tematykę wspólnych badań z zakresu biochemii.

Z placówek polskich przytoczę następujące: Instytut Biochemii i Biofizyki PAN, Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN, Instytut Biochemii Uniwersytetu Warszawskiego, Instytut Biochemii Uniwersytetu Wrocławskiego, Akademia Medyczna we Wrocławiu, Akademia Medyczna w Krakowie, ośrodki lubelskie. Z placówek w Związku Radzieckim, z którymi prowadziliśmy współpracę biochemiczną wspomnę z kolei: Instytut Biologii Molekularnej AN ZSRR, Instytut Biochemii i Fizjologii Porównawczej im. Seczenowa, Instytut Biochemii im. Bacha, Instytut Biochemii AN USRR, Instytut Fizjologii im. Pawłowa AN ZSRR, Instytut Medycyny Eksperymentalnej, Katedra Biochemii Zwierząt oraz Katedra Biochemii Roślin Uniwersytetu Moskiewskiego, Instytut Fizyki Biologicznej w Puszczy, szereg instytutów głównie w Moskwie i Leningradzie poświęconych mikrobiologii, cytologii, genetyce, fizjologii roślin, zapewne zaś jeszcze i inne placówki z którymi, przynajmniej sporadycznie, byliśmy w kontaktach.

Współpraca dotyczyła następujących dziedzin, problemów i zagadnień: biosynteza kwasów nukleinowych i białek, enzymologia, biochemia i biofizyka mięśni, w szczególności zaś badania białek mięśniowych, biochemia mitochondrii i zagadnienia fosforylacji oksydacyjnej, biochemia błon biologicznych i substruktur komórkowych, badania w zakresie neurochemii, biochemia genetyczna, badania w zakresie fotosyntezy, biochemia mikroorganizmów, w szczególności zagadnienie polifosforanów.

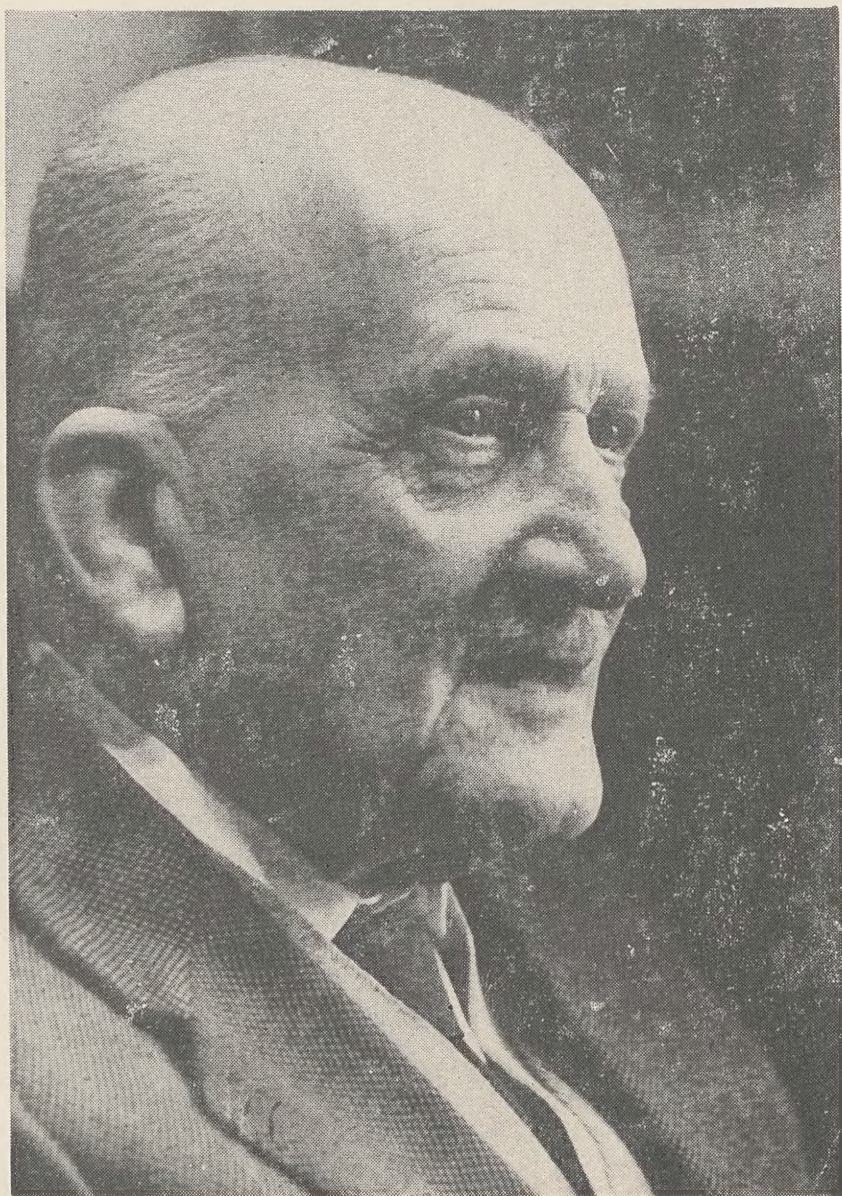
Przytoczone wyżej dane wskazują na istnienie bardzo ożywionych kontaktów pomiędzy polskimi i radzieckimi biochemikami. Niestety głębsze zastanowienie się nad podaną przeze mnie dużą ilością polskich i radzieckich placówek naukowych, które są ze sobą w kontakcie, jak też zastanowienie się nad imponująco wyglądającym wykazem opracowywanych problemów i tematów biochemicznych doprowadzi, jak sędzę, do

tego, że zadowolenie które początkowo odczuwamy na myśl o wspólnych pracach naszych zaprzyjaźnionych krajów zaczyna błędnąć. Okazuje się bowiem, że wyjazdy od nas i przyjazdy do nas często trwają zaledwie dwa, trzy tygodnie, znacznie rzadziej trwają kilka miesięcy i już zupełnie wyjątkowo — rok lub nieco więcej. Często takie wzajemne odwiedziny mają głównie na celu zapoznanie się z jakąś określoną metodą, względnie techniką biochemiczną: ponadto ze względu na zbyt krótki i z reguły nie wystarczający okres czasu przebywania w naszych lub w radzieckich laboratoriach pozwalają na współpracę tylko w drobnym fragmencie jakiegoś określonego tematu i wobec tego często uniemożliwiają wykończenie zaplanowanego odcinka pracy.

Sądzę, że sytuacja taka w dużej mierze zależy od zbytńskiego zbiurokratyzowania naszej współpracy, co rzecz jasna bardzo utrudnia nasze kontakty. Nie ulega dla mnie żadnej wątpliwości, że współpraca, aby mogła się dobrze rozwijać, musi być inspirowana przez samych pracowników naukowych, wszelkie zaś posunięcia natury administracyjnej muszą być sprowadzone do minimum. Nie neguję oczywiście rozsądnego planowania badań, sądzę jednak, że pracownicy naukowci powinni mieć prawo uzgadniania pomiędzy sobą podjęcia ryzyka do prowadzenia również takich badań i takiej współpracy, których wyników nie da się obecnie przewidzieć. Głównym motorem i uzasadnieniem celowości wielu prac często jest jedynie pasja badawcza poszczególnych uczonych, czego na pewno nie można regulować w drodze posunięć administracyjnych.

Pięknym przykładem takiej właśnie współpracy były badania Nenkiego i Pawłowa w latach 1890—1901, o których pisałem na początku swego artykułu. Zaliczyć do tego można ponadto, o czym również wspominałem wyżej, prace z końca lat dwudziestych młodych wówczas neurofizjologów polskich Millera i Konorskiego prowadzone w laboratoriach tego samego I. P. Pawłowa, który pomimo że liczył wtedy ok. 80 lat nic nie stracił ze swego entuzjazmu i pasji badawczej.

Włodzimierz Niemierko



PROF. DR H. C. JAN STACH (8 MARCA 1877 — 18 LIPCA 1975)
JAKO BADACZ OWADÓW BEZSKRZYDŁOWYCH

Zmarły w 1975 r. Prof. Dr Jan Stach był badaczem nader wszechstronnym. Swoją działalność naukową rozpoczął od badań nad ontogenezą uzębienia ssaków, szereg publikacji poświęcił też ssakom kopalnym. Najwięcej pracy poświęcił jednak owadom bezskrzydłowym. Jego drodze życiowej i zasługom na polu teriologii poświęcono już kilka artykułów [1, 2, 5], zaś bibliografia prac zawarta jest we wstępnym zeszycie II tomu *Acta zoologica cracoviensia* — tutaj zajmę się więc tylko osiągnięciami na polu systematyki owadów bezskrzydłowych (*Apterygota*).

Swoje badania nad tą grupą owadów rozpoczął Prof. Stach już w 1907 r. W pierwszym dziesięcioleciu naszego wieku była ona zarówno słabo poznana, jak i mało badana. Wprawdzie już klasyczni entomolodzy końca XVIII i pierwszej połowy XIX w. (jak Linneusz, Fabriciusz, Bourlet, Gervais, Koch, Nicolet, czy Wankel) opisali pewną liczbę gatunków, znacznie powiększoną przez badaczy z końca XIX w. (jak np. Brook, Carl, Guthrie, Krausbauer, Lubbock, Oudemans, Packard, Parona, Schäffer, Skorikow, Tullberg i in.), lecz dostępne podówczas opisy rzadko tylko pozwalały na dokładną determinację gatunków. Dopiero zaczynali swoją działalność badacze tworzący podstawy współczesnej systematyki bezskrzydłowych, jak np. Absolon, Axelson (Linnaniemi), Bagnall, Börner, Becker, Carpenter, Escherich, Folsom, Latzel, Schött, Silvestri, Uzel, Voerheff, Wahlgren czy Willem. Pierwogonki (Protura) stanowiące jedną z grup bezskrzydłych opisano dopiero w 1907 r. [3]. Z terenu naszego kraju, poza pojedynczymi doniesieniami Wagi, Nowickiego i Wierzejskiego, brak było jakichkolwiek danych. Dopiero w latach 1908—1912 Schille opublikował kilka notatek faunistycznych z okolic Rytra [5].

Istotny postęp w znajomości bezskrzydłowych mógł więc przynieść tylko rozwój badań systematycznych. Prof. Stach rozpoczął od opracowywania materiałów krajowych. Pierwsze prace opublikował w latach 1919—1920 — dotyczyły one fauny jaskiń ojcowskich i fauny Pienin. Na tle prac współczesnych uderzają one szczegółowością opisów, a przede wszystkim znakomitymi ilustracjami.

W dziesięcioleciu 1921—1930 opublikował Prof. Stach 22 prace dotyczące owadów bezskrzydłowych. Z najważniejszych wymienić należy serię opartą na materiałach otrzymanych z Budapesztu, a dotyczącą fauny Malty, Albanii, Słowacji i Węgier oraz obszerną pracę o faunie Hiszpanii. Fauny krajowej i terenów sąsiednich dotyczyły w tym czasie pierwsze doniesienie o występowaniu w Polsce pierwogonek, opisy nowych gatunków przerzutek z Pomorza, Podola i Śląska oraz ważne ze względów zoogeograficznych obserwacje nad rozmieszczeniem krajowych przerzutek.

Dla systematyki skoczogonek, obok szeregu przyczynków zawartych w prach wyżej wymienionych, szczególne znaczenie ma wykrycie ważnych systematycznie elementów aparatu gębowego, w owym czasie nie uwzględnianych.

W latach dwudziestych owadami bezskrzydłowymi zajmowało się zaledwie kilku badaczy [4]. Poza Prof. Stachem pierwogonki oznaczało wówczas 7 osób, widłogonki jedna, przerzutki 3, rybiki 4, zaś skoczogonki ok. 10 osób. Monograficznie opracowane były tylko pierwogonki (Berlese, 1909) i rybiki (Escherich, 1905), zaś skoczogonki szczegółowiej opracowane były tylko w Finlandii (Linnaniemi, 1911).

Następne dziesięciolecie przyniosło 14 publikacji Prof. Stacha. Z najważniejszych wymienić należy dwa opracowania monograficzne, dotyczące fauny rybków Egiptu oraz jaskiniowych skoczogonków z rodzaju *Onychiurus*, a także prace o charakterze rewizji rodzajów (skoczogonki z rodzajów *Oncopodura* i *Odontella*, rybiki z rodzaju *Heterolepisma*). Inne prace miały bądź charakter doniesień faunistycznych (z Czarnohory, Kotliny Kłodzkiej, okolic Lubeki i Galapagos), bądź też były opisami pojedynczych nowych gatunków (z Polski, Kotliny Kłodzkiej, Włoch, Brazylii i Egiptu). Dla zoogeografii szczególnie ważne są prace o rybkach Egiptu, o jaskiniowych skoczogonkach z rodzajów *Onychiurus* i *Oncopodura* oraz praca o rozsiedleniu przerzutek z rodzaju *Trigoniophthalmus*. Dla systematyki skoczogonków szczególne znaczenie miało wykrycie nowych, a obecnie powszechnie stosowanych cech u przedstawicieli rodzajów *Odontella* i *Onychiurus*.

Lata wojny i okupacji nie przerwały pracy Prof. Stacha. Mimo ciężkich warunków materialnych mógł kontynuować badania w domu — oczywiście bez możliwości publikowania ich wyników. Dlatego też zaraz po wojnie ukazały się drukiem jego następne prace. Z prac publikowanych już w 1945 r. najobszerniejsza jest monografia jaskiniowych skoczogonków z rodzaju *Arrhopalites*. W roku 1947 ukazał się pierwszy tom monumentalnego dzieła „The Apterygotan-fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects”, przygotowany do druku już w 1941 r. W roku 1949 ukazały się dwa następne tomy tego dzieła.

Lata 1951—1960 przynoszą dalsze 11 publikacji. Są to przede wszystkim dalsze tomy „The Apterygotan — fauna...”, oraz ważne opracowania popularyzujące owady bezskrzydłowe w naszym kraju — dotyczące tej grupy zeszyty w „Faunie słodkowodnej Polski” oraz w „Kluczach do oznaczania owadów Polski”. Z innych prac na wymienienie zasługuje obszerne opracowanie przerzutek z Bułgarii, praca poświęcona systematyce skoczogonków z plemienia *Bourletiellini* oraz dwie prace o skoczogonkach z Afganistanu. Podsumowaniem wieloletnich badań własnych oraz badań współpracowników jest praca o faunie skoczogonków Tatr.

W ostatnim dziesięcioleciu swej działalności naukowej wydrukował Prof. Stach jeszcze 8 cennych publikacji — był to ostatni wydany tom „The Apterygotan-fauna...” (1963), prace dotyczące fauny Spitzbergenu, Chin, Wietnamu, Nowej Fundlandii i Malty, a także zeszyt dotyczący bezskrzydłych w „Katalogu fauny Polski”. W roku 1972, gdy Prof. Stach miał 95 lat, ukazała się praca zamykająca jego nadzwyczaj owocną działalność — był to przeglądowy artykuł o bezskrzydłych z bałtyckiego bursztynu.

W całej swej działalności naukowej Prof. Stach szczególnie dużo uwagi poświęcał zagadnieniom zoogeografii. Już w pierwszej swej publikacji wiele miejsca poświęcił zagadnieniu genezy fauny jaskiń okolic

Ojcowa. W ostatniej analizował faunę bursztynu bałtyckiego widząc w niej korzenie fauny współczesnej. Dużo uwagi poświęcał też gatunkom jaskiniowym, stanowiącym dla zoogeografii szczególnie wdzięczny obiekt. Zawsze aktualny pozostanie też wkład Prof. Stacha w poznanie fauny poszczególnych obszarów. Był on jednym z pierwszych lub pierwszym badaczem fauny owadów bezskrzydłowych Małty, Bałkanów, Węgier, Wschodnich Karpat, Hiszpanii i Afganistanu. Nasza znajomość fauny bezskrzydłych Polski, a zwłaszcza Polski Południowej, oparta jest niemal wyłącznie na jego badaniach.

Stosunkowo mniej uwagi poświęcał Prof. Stach zagadnieniom filogenetycznym i systematyce poszczególnych grup jako całości. Najwięcej propozycji systematycznych wysunął w poszczególnych tomach „The Apterygotan-fauna...”, do najważniejszych należą: podział na rodziny podrzędu *Nearthropleona*, oraz podział na podrodziny rodzin *Isotomidae* i *Onychiuridae*. Dużo uwagi poświęcił też związkom filogenetycznym troglobii z gatunkami prowadzącymi naziemny tryb życia.

Nie wszystkie koncepcje Prof. Stacha dotyczące zoogeografii jak i systematyki czy filogenezy są obecnie uznawane za słuszne. Od czasu, kiedy były formułowane, wzrosła bowiem znacznie znajomość faun pozaeuropejskich, jak i znajomość morfologii bezskrzydłych. Zmusiło to oczywiście do rewizji tych koncepcji.

	<i>Protura</i>	<i>Diplura</i>	<i>Thysanura</i>	<i>Onychiuridae</i>	<i>Hypogastruridae</i>	<i>Neanuridae</i>	<i>Isotomidae</i>	<i>Oncopoduridae</i>	<i>Tomoceridae</i>	<i>Cyphoderidae</i>	<i>Paronellidae</i>	<i>Entomobryidae</i>	<i>Neelidae</i>	<i>Sminthuridae</i>	
Europa	2	2	30	24	17	25	27	2	1			47	1	21	199
Bliski i Środk. Wschód		1		4	5		2			4		17	1		34
Daleki Wschód				4	4	1	4				1	9		4	27
Południowa Ameryka			1									1		2	4
Północna Ameryka						1						1			2
Afryka			5									1			6
	2	3	36	32	26	27	33	2	1	4	1	76	2	27	272

Prof. Stach był jednak przede wszystkim systematykiem-taksonomem. Opisał w swoim życiu ponad 270 nowych gatunków, w tym ok. 230 skoczogonek (tabela). Jako niespecjaliście trudno mi ocenić jego wkład w poznanie szczeciogonek (*Thysanura*). Ograniczę się więc do omówienia pozostałych grup. Stosunkowo mało uwagi poświęcił Prof. Stach nielicznym gatunkowo rzędowi pierwogonek (*Protura*) i widłogonek (*Diplura*). Taksonomia tych grup została jednak opracowana dokładnie w latach 60-tych naszego stulecia. W okresie najbardziej ożywionej działalności Prof. Stacha najważniejsze kryteria taksonomiczne nie były jeszcze znane.

Najwięcej pracy poświęcił Prof. Stach skoczogonkom (*Collembola*). Jego zasługi polegają jednak nie tylko na opisie szeregu form nowych. Rozwój systematyki mało znanych grup zwierzęcych polega bowiem nie tylko na opisywaniu nowych gatunków i rodzajów, lecz także (a mo-

że przede wszystkim) na odkrywaniu nowych cech systematycznych. W tym zakresie zasługi Prof. Stacha są ogromne — wprowadził on szereg cech obecnie powszechnie stosowanych. Prof. Stach wprowadził też własny styl opisu gatunków, który do dziś może być wzorem dla innych badaczy. Opisy te uderzają swą dokładnością i znakomitą materiałem ilustracyjnym. Opisywał on i ilustrował przy tym nie tylko cechy aktualnie uważane za taksonomicznie ważne, lecz dawał możliwie pełny opis wszystkich szczegółów. Kryteria taksonomiczne w obrębie skoczogonek nie są jeszcze dokładnie sprecyzowane, a ich zestaw wciąż się wzbogaca. Mimo tego, opisy Prof. Stacha są często tak dokładne, że nadal zachowują swą aktualność.

W spuściźnie naukowej Prof. Stacha szczególne miejsce zajmuje jego najważniejsze dzieło — monografia „The Apterygotan-fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of Insects”; 9 tomów tego dzieła zawiera łącznie ponad 2000 str. tekstu i ponad 250 całostroniowych tablic. Monografię tę opracowywał Prof. Stach bardzo długo — zapowiadał ją już w 1926 r. [4]. Pierwszy tom ukończony był już w 1941 r., lecz doczekał się druku dopiero w 1947 r. Dziewięć wydanych tomów nie zdołało wyczerpać całości materiału. Nie zdołał w nim autor uwzględnić szeregu rodzajów *Entomobryidae*, ani też rodzin *Oncopoduridae*, *Tomoceridae*, *Cyphoderidae* czy też bardzo bogatej w gatunki, lecz nie występującej w Europie rodziny *Paronellidae*. Monografia zawiera klucze do oznaczania rodzajów, obejmujące faunę światową, klucze do gatunków w rodzajach mających swoich przedstawicieli w faunie Polski (również w zakresie światowym) oraz bardzo drobiazgowo i bogato ilustrowane opisy gatunków stwierdzonych w faunie Polski. Dla każdej jednostki systematycznej daje też autor szczegółową dyskusję danych z literatury. Od tego schematu odbiegają nieco dwa ostatnie tomy. Ogromny rozwój badań nad skoczogonkami zmusił autora do ograniczenia obszaru objętego monografią tylko do Palearktyki. Z drugiej zaś strony duży materiał spoza granic Polski, zawierający przeważnie nowe gatunki (które w monograficznym opracowaniu powinny być ujęte) pozwolił w ostatnich tomach dać palearktyczną rewizję objętych nimi grup. Monografia Prof. Stacha, ujmująca w kluczach 194 rodzaje (dokładniej scharakteryzowano 72) i 1063 gatunki (dokładnie opisano i zilustrowane 246) jest dla wielu grup skoczogonków wciąż jedynym obszerniejszym opracowaniem w skali światowej.

Oczywiście poszczególne tomy monografii są obecnie mniej lub więcej przestarzałe. Zwykły to jednak los wszelkich opracowań monograficznych, które stymulują i ułatwiają następne granice. A monografia Prof. Stacha spełnia to zadanie szczególnie dobrze. Dokładne opisy gatunków europejskich są bowiem dla wszystkich systematyków, pracujących na całym świecie, niezbędnym układem odniesienia.

Obecnie systematyką skoczogonków zajmuje się na świecie kilkadziesiąt osób. Ich badania stanowią niezbędną podstawę dla znacznie liczniejszej grupy badaczy zajmujących się ultrastrukturą, cytologią, embriologią czy anatomią skoczogonek, a przede wszystkim ich ekologią i znaczeniem w biologii gleby. Dzięki tym badaniom skoczogonki stają się dla biologii gleby (wg słów prof. Delamare-Deboutteville'a) tym, czym za czasów Morgana dla genetyki była *Drosophila*. Jest to zasługą prac licznych systematyków skoczogonków, w tym jednego z najwybitniejszych — Prof. Jana Stacha.

Andrzej Szeptycki

LITERATURA

- [1] Kowalski K. — *Prof. dr Jan Stach. W osiemdziesiątą rocznicę urodzin.* Przegl. zool., t. 1, z. 1, s. 7—10, 1957.
- [2] Kowalski K. — *Jan Stach 1877—1975.* Nauka polska, t. (1976), z. 1, s. 142—146.
- [3] Paclt J. — *Biologie der primär flügellosen Insecten*, s. 258, Jena, 1956.
- [4] Stach J. — *Apterygogenea — Bezskrzydłe*, w: Poliński W., *Podręcznik do zbierania i konserwowania zwierząt należących do fauny krajowej*, z. 6, s. 3—30, Warszawa, 1926.
- [5] Stach J. — *Owady bezskrzydłe Apterygota.* Katalog fauny Polski, t. 15, s. 103 + mapa, 1964.
- [6] Szeptycki A. — *Professeur Dr. H. C. Jean Wacław Stach 8 mars 1877 — 18 juillet 1975.* Rev. Ecol. Biol. Sol, t. 13, z. 2, s. 253—260, 1976.

TAJEMNICE TAŃCÓW PSZCZÓŁ

(2) CZY TANIEC PSZCZELI JEST ŚRODKIEM POROZUMIEWANIA SIĘ?

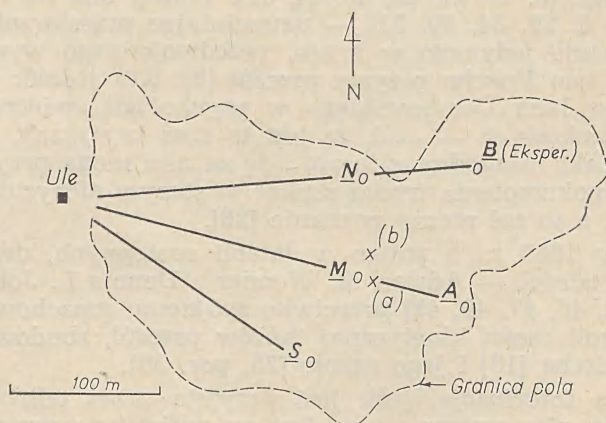
Postawienie pytania zawartego w tytule zdawało się w końcu lat 1960 zakrawać na ignorancję. Jeśli bowiem przekazywanie informacji (wiadomości) zwiemy komunikacją, zaś nazwy porozumiewanie się używamy wtedy, gdy nadawca i odbiorca komunikatów są układami żywymi — a jeszcze lepiej: osobnikami — to w owym czasie zdawało się nie ulegać wątpliwości, że ruchowe elementy tzw. werbunkowych tańców pszczoły miodnej, *Apis mellifera* L. [4] stanowią zmysłowe sygnały dla tańczących w ślad za nimi zbieraczek i składają się na przekazywane w ten sposób komunikaty [18, 35, 40, 45]. Wydawało się wówczas, że główne zręby wiedzy o porozumiewaniu się pszczół miodnych za pośrednictwem tańców — okręcanych, sierpowatych lub ósemkowych i wywijanych — stanowią uznaną na trwałe teorię nauki o zachowaniu się czyli etologii [3, 30, 41, 42, 43, 44, 51]. Trafiły one też i do polskiego czytelnika [2, 8, 29, 34, 50, 52] — uzupełniając przestarzałe w tym zakresie informacje jedyne w kraju, przedwojennego wydania pięknej książeczki K. von Frischa o życiu pszczół [9]. Kto jednak pamiętał głęboką refleksję Jana Dembowskiego w psychologii zwierząt [6] o rozwoju teorii naukowych — czuł, że jest to czas krytyczny, kiedy pojawi się pierwszy fakt niezgodny z teorią i że za nim mogą przyjść następne. Wówczas zaś pokrzepienia trzeba szukać w starym aforyzmie: Wątpienie rodzi pytanie, a to zaś rzeczy poznanie [28].

Istotnie, w 1966 r., a potem w latach następnych, dwaj północnoamerykańscy uczeni — Adrian M. Wenner i Dennis L. Johnson — wystąpili [22, 23, 46, 47, 48, 49] przeciwko spójnemu gmachowi teorii o informacyjnej roli części kinetycznej tańców pszczół, zbudowanemu przez Karla von Frischa [10] i jego szkołę [25, por. 36].

Przekazana informacja, jeśli jest przyjęta przez odbiorcę, powinna spowodować w nim zmianę — co jest *ex definitione* przejawem sterowania (względnie przetwarzania informacji) [5]. Z punktu widzenia etologicznego — sterowanie może mieć różny charakter. Może powodować pobudzenie, może wywołać bądź wyzwolić reakcję, może też zahamować działanie organizmu [30]. Może wreszcie informacja modyfikować natężenie reakcji organizmu — a to wiadomością o cechach czynnika fizycznego czy chemicznego (np. przedmiotu), którego dotyczy komunikat. W przypadku domniemanego porozumiewania się pszczół miodnych o „celu” ich wypraw, taką funkcję mogłoby pełnić informowanie o jego rodzaju (lokum, nektar względnie woda, pyłek albo propolis [4]), o takich jego cechach jak rozmiary, barwa czy zapach, a nawet — o wartości tego „celu”, tj. o wydajności źródła pożytku lub o przydatności lokum na objęcie go przez rój. (Zasadność posługiwania się pojęciem

wartości w stosunku do układów ożywionych wykazał Stanisław Lem [24]). Często sterowanie polega na przestrzennym orientowaniu działania organizmu. W naszym kontekście taniec mógłby kierować zbieraczki na daną odległość, poziom, czy w odpowiednią stronę względem ula. Uważny czytelnik pierwszej części tego artykułu [4] wie, które z tych określeń „celu” wypraw pszczelich mają swe korelaty w elementach tańców zwanych werbunkowymi. Obecnie problem postawiono drastycznie: czy są to tylko korelacje, czy też owe określone elementy tańca faktycznie sterują zachowaniem się postrzegających je zbieraczek.

Zbadanie roli tańca pszczelego tylko pozornie jest zagadnieniem prostym — łatwym do sprawdzenia eksperymentalnego; trudno bowiem wyłączyć adekwatne zachowanie się zbieraczek nie sterowane tańcem, a w inny sposób „dopasowane” do sytuacji. Tę zaś ostatnią możliwość — w odniesieniu do trafiać przez pszczoły-zbieraczki na odpowiednie miejsce — wysunęli właśnie obaj Amerykanie. Postawili oni mianowicie tezę, że pszczoły dokonują wprawdzie tańca z całą jego komplikacją, ba — nawet z odkrytymi pierwszej korelacjami z koordynatami miejsca wziętku w przestrzeni, jednakże służy on jedynie pobudzeniu zbieraczek do wylecenia z ula. Natomiast dalsze sterowanie lotem pszczoły w terenie nie zależy według nich od informacji o kierunku i odległości zdobytej w czasie tańca, lecz jest całkowicie zależne od informacji zapachowej z pobliża źródeł pożytku. Atrakcyjność bezwonnych źródeł wziętku polegałaby przy tym na zapachu wydzielanym przez same pszczoły z gruczołów Nassonowa, a nadto — na widocznej przy pożytku obecności pszczół.



Rys. 1. Plan terenowy do eksperymentów Johnsona przeprowadzonych na boisku sportowym (wg Johnsona [22]).

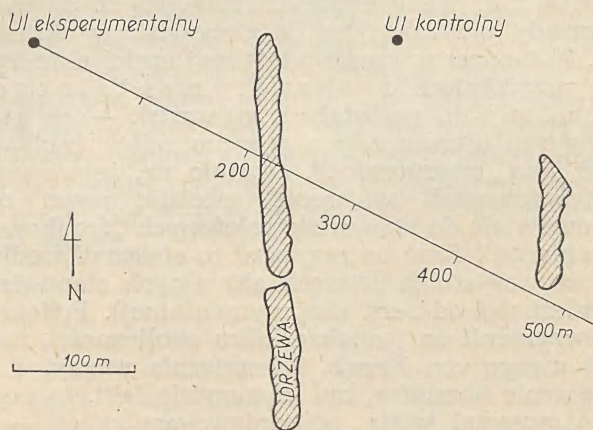
A lub B — miejsce położenia karmnika „tresurowego”, w którym (odpowiednio, w I lub II serii doświadczalnej) karmiono ciemne pszczoły, eksperymentalne. Karmniki „testowe” znajdowały się w N, M i S. W nich oraz w A lub B, w zależności od serii, stałe karmiły się jasne pszczoły, kontrolne; w tych czterech karmnikach po okresie tresury zliczano przylatujące „zwerbowane” ciemne pszczoły. Punkt a wskazuje geometryczny środek położenia karmników A, N, M i S, zaś b — karmników B, N, M i S. Opis innych doświadczeń w tekście.

W eksperymentach uzasadniających ów pogląd posłużył się Johnson [22] doświadczeniem typu zwanego „wachlarzowatym” (rys. 1). Użył on dwóch kolonii pszczół w postawionych obok siebie ulach. Dla łatwiej-

szego rozróżniania osobników w doświadczeniach pszczoły z kolonii kontrolnej miały jaśniejszą maść od eksperymentalnych (dzięki genowi „kurdyban”, *cd.*). W swej metodyce autor usiłował wyłączyć atrakcyjny wpływ siedzących, zgromadzonych przy wziętku pszczoł przez ujednolicenie pod tym względem warunków we wszystkich stanowiskach. Karmił więc ciemne, eksperymentalne, cechowane pszczoły (15 osobników) na stanowisku „tresurowym” A, w odległości 270 m od uli, ucząc jednocześnie pszczoły jasne — również cechowane — tamże (5 osobników) i (po 20 osobników) w pozostałych trzech „testowych” karmnikach (M, N i S), oddalonych o 200 m od uli. W drugiej serii doświadczałnej karmnik tresurowy (przez Johnsona zwany „eksperymentalnym” — zob. rys 1) znajdował się w położeniu peryferycznym w całym 40-stopniowym wachlarzu stanowisk, mianowicie w B. (Obie serie obejmowały po dwa testy.) Ponadto (3 razy) przeprowadził Johnson dwa inne doświadczenia z samymi ciemnymi pszczołami. Po 15 określonych robotnic przyuczano do odwiedzania swoich czterech karmników tresurowych: A, M, N i S albo B, M, N i S. We wszystkich omówionych doświadczeniach nie cechowane pszczoły przybywające do stanowisk w okresie tresurowym były zabijane. Natomiast w czasie właściwej części eksperymentalnej takie robotnice przylatujące z eksperymentalnego ula do tresurowego karmnika i do pozostałych stanowisk — w których również znajdował się syrop o tresurowym zapachu mięty (*sic!*) — były chwytane i zliczane jako „zwerbowane”. Okazało się, że we wszystkich omówionych doświadczeniach większość robotnic, nowo odwiedzających karmniki kierowała się do stanowisk położonych „środkowo” w stosunku do całego „wachlarza”. Johnson przypisał to efektowi środka geometrycznego zapachu ze wszystkich czterech aktualnych stanowisk (*a* lub *b* na rys. 1 — w zależności od serii eksperymentalnej). Podejmując tę interpretację nie uwzględnił on jednakże kilku okoliczności, na które zwrócił następnie [11] uwagę von Frisch. Niezmiernie ważny, a umożliwiający prostsze tłumaczenie wyników, był mianowicie fakt, że podczas doświadczeń Johnsona panował wiatr południowo-wschodni — poza dwoma przypadkami ($v = 2,2$ m/s i $3,3$ m/s) łagodny ($4,4$ m/s — $4,9$ m/s) lub umiarkowany ($v = 6$ m/s; w oryginale: od 4 do 11 węzłów). W doświadczeniach drugiej serii musiał on więc nieść silny atrakcyjny zapach — mięty z karmników i własny od pszczoł karmiących się w tym czasie na centralnym stanowisku (M) — w kierunku rekrutowanych pszczoł lecących z ula w stronę karmnika B. Taki wpływ wiatru opisał zresztą już dawniej [10] von Frisch (s. 157—163). Należy przy tym dodać, że Johnson zastosował tylko trzy kierunki testowe o kątach dywergencji od ula równych 20° , podczas gdy von Frisch w podobnych eksperymentach stosował aż siedem stanowisk kontrolnych w rozstępach 15° -stopniowych, rozciągających się w obrębie kąta 90° od ula. Przy zastosowanym przez tego ostatniego odstępie 550 m od ula, liniowa odległość między sąsiednimi stanowiskami wynosiła aż 147 m, podczas gdy w doświadczeniach Johnsona — tylko 70 m. Praca Johnsona nie dowiodła więc tego, że pszczoły nie mogą kierować się do źródła pożytku według elementów kinetycznych tańca odbytego w ulu za zwiadowczynią przed udaniem się po wziętek. Wykazała jedynie znane już rzeczy, że bodźce węchowe w polu mogą sprowadzić lecące zbieraczki do innych źródeł wziętku niż wskazany tańcem — zwłaszcza że w doświadczeniach Johnsona stanowiska testowe nie były, jak u von Frischa, zaopatrzone w sam zapach tresurowy, ale również w syrop. W tej sytuacji wszystkie pszczoły przy wszystkich karmnikach mogły wysuwać gruczoły Nasonowa i rozsiewać

wać własny zapach, wabiący przelatujące inne zbieraczki. Dodajmy wreszcie, że w doświadczalnej części eksperymentów von Frischa nie liczono pszczół odwiedzających karmnik tresurowy, który znajdował się od 50 do 700 m za linią stanowisk testowych. Pomimo to, przy położeniu tego karmnika na skraju „wachlarza”, zwербowane zbieraczki nie przybywały do miseczki położonej centralnie — jak u Johnsona, ale właśnie do tej, która leżała w kierunku karmnika wskazanego przez tańczącą zwiadowczynię.

Krytyka Wennera dotyczyła znów tego, czy pszczoły wykorzystują informację o odległości wziętku od ula zawartą w tańcu werbunkowym. W swych dwu, prawie identycznych doświadczeniach [47] wykorzystał on także dwa roje pszczół: jaśniejszych i ciemniejszych. Kolonia pszczół ciemniejszych stanowiła grupę eksperymentalną; 14 osobników z niej karmiono na stanowisku tresurowym („eksperymentalnym”), oddalonym o 400 lub 500 m od ula (rys. 2), podczas gdy grupy (po 25 wzgl. 15 osob-



Rys. 2. Plan terenowy do eksperymentów Wennera (wg Wennera [47]).

Pokazano położenie ula z ciemnymi eksperymentalnymi pszczołami tresowanymi do przylatywania do karmnika „tresurowego” w odległości 400 m lub 500 m od ula (w zależności od serii doświadczalnej) oraz położenie ula z pszczołami kontrolnymi jasnymi, karmionymi tamże oraz w pozostałych stanowiskach — tzw. „testowych”. Po okresie tresury zliczano nowe ciemne pszczoły przylatujące do wszystkich karmników jako „zwербowane”. Opis innych doświadczeń w tekście.

ników) pszczół z roju kontrolnego tresowano, aby przylatywały do niektórych lub wszystkich pozostałych stanowisk „testowych”, a także (13 lub 5 osobników) — do karmnika „tresurowego”. We właściwej, doświadczalnej części eksperymentu zliczano pszczoły nowo przybyłe do wszystkich stanowisk. Okazało się, że tylko 33 względnie 9% nowych, ciemnych pszczół przyleciało do karmnika tresurowego, podczas gdy aż 42 lub 48% zgrupowało się na karmniku bliższym, tj. 300 m, albo 400 m oddalonym od ula doświadczalnego. Była więc istotna różnica w porównaniu z wynikiem eksperymentu kontrolnego, bez pszczół jasnych. Wtedy bowiem procenty przylotów zwербowanych 123 ciemnych zbieraczek rozkładały się następująco: 10% przy 200 m, 14% przy 300 m, 74% w stanowisku tresurowym (400 m) i 2% w 500 m. Wenner przypisał te różnice wpływowi zapachu zbieraczek z ula kontrolnego (jasnych), odwiedzających stanowiska „testowe”. Istot-

nie, w czasie doświadczeń panował wiatr z kierunków południowych o prędkości 4,4—5,4 m/s. Podczas wiatru o takiej sile pszczoły zwykle trzymają się blisko ziemi, co oczywiście zwiększa wpływ na nie atrakcyjnych zapachów ze znajdujących się na ziemi karmników i co z kolei musi spowodować preferencję bliższych stanowisk. Z tego też powodu analogiczne doświadczenia von Frischa były na ogół przeprowadzane w czasie bezwietrznej pogody. Z powyższego względu narzuca się podobna interpretacja wyników badań Wennera, jaką von Frisch odniósł do poprzednio omówionych doświadczeń Johnsona.

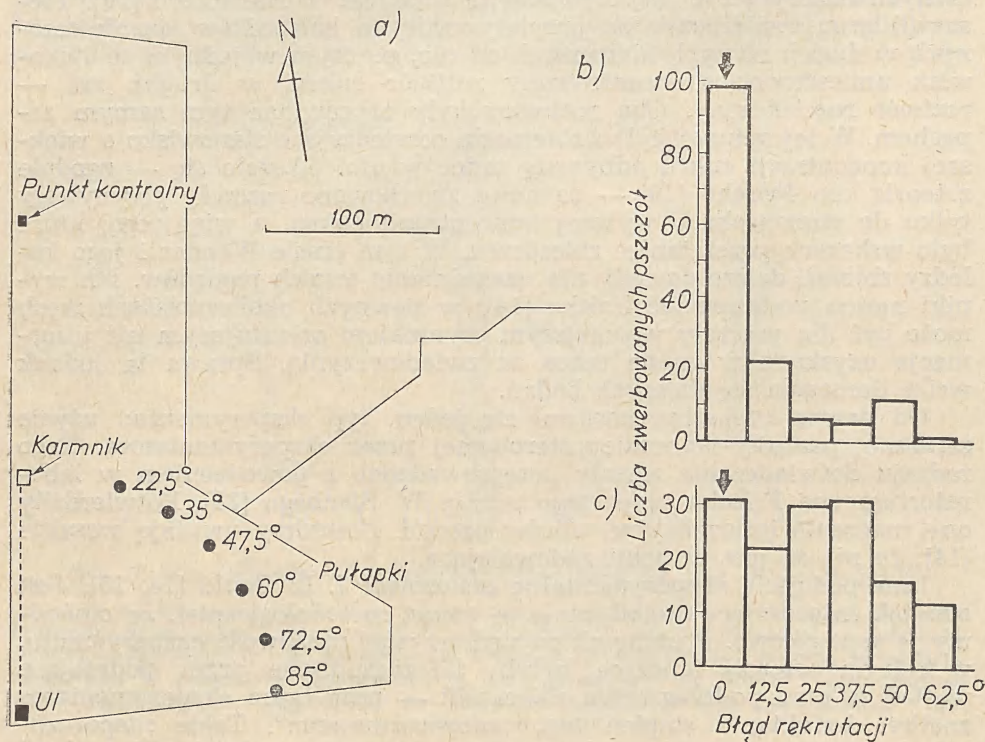
W każdym jednak razie te wystąpienia pobudziły różnych badaczy do podjęcia na nowo prac nad porozumiewaniem się pszczół. Zajęli się tym m.in. James L. Gould ze współpracownikami, w Stanach Zjednoczonych Ameryki Pn. [14, 16] i Martin Lindauer w Niemczech [26]. Tre sowali grupy zbieraczek na przylatywanie do karmników rozmieszczonych w dwóch różnych kierunkach od ula, po czym w jednym ze stanowisk umieszczono skoncentrowany roztwór cukru, w drugim zaś — roztwór rozcieńczony. Oba roztwory były zaprawione tym samym zapachem. W tej sytuacji tylko zbieraczki odwiedzające stanowisko o większej koncentracji cukru odbywały tańce w ulu. Okazało się — zgodnie z teorią von Frischa [10] — że nowo zwerbowane pszczoły przybywały tylko do stanowiska o wyższej koncentracji cukru, a więc tego, które było wskazywane przez taniec zbieraczek. W tym czasie Wenner i jego koledzy zbierali dalsze dowody dla uzasadnienia swoich poglądów. Ich wyniki można podsumować krótko [14]: w pewnych okolicznościach węch może być dla pszczoły ważniejszym czynnikiem orientującym niż informacja uzyskana w czasie tańca za zwiadowczynią. Sprawa ta jednak wciąż domagała się dalszych badań.

Od dawna zwłaszcza nasuwał się jeden typ eksperymentu: użycie sztucznej pszczoły-tanecznicy sterowanej przez eksperymentatora. Tego rodzaju doświadczenia zostały przeprowadzone z powodzeniem w laboratorium von Frischa przez jego ucznia W. Stechego [38]. Potwierdziły one znaczenie informacyjne tańców pszczół. Niektórzy uważają wszakże [14], że nie są one w pełni zadowalające.

Inne podejście eksperymentalne zastosował J. L. Gould [14, 15]. Jest ono tak interesujące metodycznie (a nawet metodologicznie), że omówimy je szczegółowo. Postanowił on wykorzystać możliwość eksperymentu, w którym pszczoły tańczące byłyby źle zrozumiane przez podążające w ślad za nimi podczas tańca zbieraczki — przy czym eksperymentator znalazł charakter i stopień tego „nieporozumienia”. Takie nieporozumienie można wywołać wykorzystując szczególną właściwość etologii pszczół: orientowania swego tańca względem światła. Wiadomo z doświadczeń von Frischa, że pszczoły mogą całkowicie orientować swoje tańce względem słońca — zarówno jeśli plaster eksperymentalnego ula będzie umieszczony pod gołym niebem w pozycji poziomej, jak i przy umieszczeniu plastra pionowo. Gould wykorzystał jeszcze jedną cechę pszczół, tym razem z zakresu fizjologii ich percepcji wzrokowej. Oto tzw. przyoczką (*ocelli*), położone w liczbie trzech pomiędzy oczami złożonymi (*oculi*) pszczoły, mają znaczenie stymulatora [27]. Gdy pokryć je nieprzezroczystym lakierem, owad staje się sześciokrotnie mniej wrażliwy na światło docierające do jego oczu złożonych, a więc wymaga wyższego natężenia oświetlenia do latania albo do wykazywania fototaksji; mimo to może nadal pełnić funkcję zbieraczki i tańczyć. Krótkie zastanowienie się pozwala nam przeniknąć sedno koncepcji Goulda. Oto gdyby w ulu o pionowych plastrach wprowadzić źródło światła o niezbyt du-

zym napięciu, położone pod pewnym kątem ($0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$) w stosunku do wektora siły ciężkości — i pozostawić w nim oprócz pszczół normalnych pewną liczbę obobników z zalakowanymi przyoczkami — wówczas normalne pszczoły orientowałyby swój taniec względnie jego rozumienie w stosunku do kierunku położenia źródeł światła, podczas gdy pszczoły z wyłączonymi przyoczkami jeszcze nie reagowałyby na owe światło i odnosiły taniec, jak zwykle w ulu, do wektora siły ciężkości.

Warunki eksperymentu Goulda obrazuje rys. 3 a. Układ doświadczalny składał się z ula, stanowiska kontrolnego, karmnika i — w tej samej odległości co karmnik, 150 m od ula — rozmieszczonych wach-



Rys. 3. Eksperymenty Goulda z „wachlarzem” stanowisk w odległości 150 m od ula (wg Goulda [14]).

a. Plan sytuacyjny. Eksperymentalne pszczoły — z wyłączonymi przyoczkami — tresowano do przylotów do karmnika doświadczalnego, inne zaś, normalne zbieraczki (kontrolne) — do karmnika w punkcie kontrolnym. W części doświadczalnej zliczano zwerbowane normalne zbieraczki przylatujące do rozmieszczonych w odległościach 12,5°, „punktów rekrutacyjnych” — pułapek testowych z zapachem tresurowym.

b. Wyniki dwóch doświadczeń opartych na nieporozumieniu zbieraczek z tańczącymi pszczołami eksperymentalnymi, odnoszących rozumienie tańca tych ostatnich do światła lampy świecącej wewnątrz ula, podczas gdy one — z wyłączonymi przyoczkami — tańczyły względem siły ciężkości. Lewy słupek, oznaczony strzałką, reprezentuje przyloty zwerbowanych zbieraczek do stanowiska testowego wskazanego tańcem względem położenia lampy w ulu, podczas gdy pozostałe słupki — do innych pułapek oddalonych od niego o podany kąt.

c. Rozkład przylotów zwerbowanych normalnych pszczół do stanowisk w doświadczeniu przeprowadzonym techniką Wennera, tj. w ten sposób, gdy podczas tresury pszczoły mogły przynosić do ula większe ilości syropu o zapachu tresurowym.

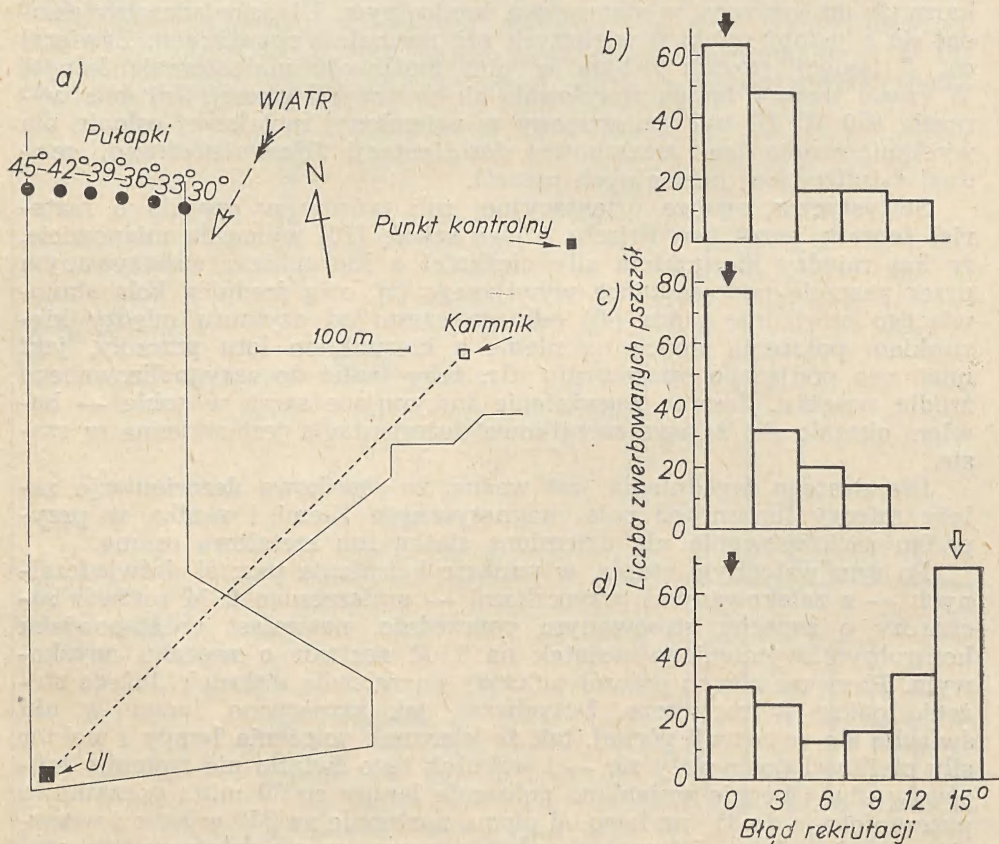
larzowano co $12,5^\circ$ na otwartej przestrzeni stanowisk testowych. Dwie grupy zbieraczek (po 10—15 pszczół) różnie cechowanych były tresowane, by przylatywały do stanowisk z pachnącym pomarańczą roztworem sacharozy o tak małym stężeniu ($0,5\text{ M}$), że wizyty przy nich nie wyzwały u pszczół tańców. Doświadczalna grupa pszczół z zamalowanymi przyoczkami odwiedzała stanowisko zwane „punktem karmienia”, natomiast grupę kontrolną stanowiły pszczoły normalne — i te odwiedzały karmnik umieszczony w stanowisku kontrolnym. Ul doświadczalny składał się z jednej ramki o większych niż normalnie rozmiarach. Zawierał ok. 8 tysięcy pszczół i była w nim możliwość umieszczenia lampy. W czasie tresury lampa znajdowała się w pozycji górnej. Jej moc wynosiła 650 W. Ul był umieszczony w uziemionej metalowej osłonie dla wyeliminowania tzw. szczątkowej dezorientacji (*Restmisweisung, residual misdirection*) normalnych pszczół.

Statystyczna analiza orientacyjnej roli tańców w oparciu o materiał zebrany przez von Frischa i jego szkołę [10] wykazała mianowicie, że kąt między kierunkiem siły ciężkości a kierunkiem wskazywanym przez pszczołę podczas tańca wywijanego (tj. ową średnicą koła stanowiącego obwiednię tańca [4]) odbiega często od azymutu między kierunkiem położenia słońca na niebie a kierunkiem lotu pszczoły, jaki musi ona podjąć po opuszczeniu ula, żeby trafić do zasygnalizowanego źródła wziątku. Jest to zagadnienie fascynujące samo w sobie — bowiem okazało się, że owa szczątkowa dezorientacja jest zmienna w czasie.

Dla naszego zagadnienia jest ważne, że resztkowa dezorientacja zależy między innymi od pola magnetycznego Ziemi i zanika w przypadku zaekranowania ula uziemioną siatką lub metalową osłoną.

Po tym wstępnym etapie, w punkcie karmienia pszczół doświadczalnych — z zalakowanymi przyoczkami — umieszczono 2 M roztwór sacharozy o zapachu stosowanym poprzednio, natomiast w stanowisku kontrolnym wymieniono wziętek na 1 M roztwór o zapachu anyżkowym. Pierwsze z tych pszczół tańczyły energicznie wskutek dużego stężenia cukru w roztworze. Dotychczas, jak zaznaczono, lampa w ulu świeciła się w pozycji górnej, tak że kierunek położenia lampy i wektor siły ciężkości pokrywały się — i wskutek tego światło nie zmieniło tańców w ulu. Obecnie zmieniano położenie lampy co 30 min.; początkowo przesunięto ją do 85° na lewo od pionu, następnie na 35° w lewo i wreszcie na 60° w lewo. Równolegle obserwowano, co się dzieje w tzw. stanowiskach rekrutacyjnych. Były one niczym innym jak pułapkami, w których łapano zrekrutowane przez tańce normalne zbieraczki. Dokonywano tego ze wszelkimi ostrożnościami, które zapewniały brak wpływu poprzednio przylatujących do tego miejsca osobników, zwłaszcza dzięki atrakcyjnej woni wydzielanej z gruczołów Nassonowa czy z powodu alarmującego zapachu [16]. Notowano dokładny czas każdej przylatującej zbieraczki. Eksperyment ten powtórzono następnie przesuwając światło w ulu co 30 min. — najpierw o $72,5^\circ$ w lewo, a następnie w tym kierunku o 35° od pionu. Wyniki z obu części doświadczenia są przedstawione na rysunku 3 b. Został on skonstruowany w ten sposób, że pod czarną strzałką zamieszczono przyloty zrekrutowanych pszczół do miseczki leżącej pod takim azymutem względem kierunku położenia słońca, pod jakim kątem względem lampy w ulu mogły one odczytać taniec. Pamiętamy przy tym, że tańczące eksperymentalne pszczoły, przynoszące tę wiadomość do ula nie reagowały na światło lampy z powodu zalakierowania ich przyoczek — i dlatego „jak gdyby nigdy nie”

orientowały swój taniec w stosunku do wektora grawitacji. Jak widać z diagramu, tylko nieliczne pszczoły podlatywały do innych miseczek w punktach rekrutacyjnych lub właściwego karmnika (!), a średni błąd w tym doświadczeniu wynosił zaledwie $11,9^\circ$ (tzn. 31 m). W podobnym doświadczeniu z punktami rekrutacyjnymi (testowymi) odległymi o 400 m od ula błąd ten wynosił jeszcze mniej, $4,2^\circ$ (tj. 29 m), por. rys. 4 a, b.



Rys. 4. Eksperymenty Goulda z „wachlarzem” stanowisk rozmieszczonych w odległości 400 m lub 390 m od ula, w odstępach co 3° (wg Goulda [14]).

a. Plan sytuacyjny.

b. Wyniki dwóch doświadczeń analogicznych do przedstawionych na rys. 3a, b — przy rozmieszczeniu karmników tresurowych pszczoł doświadczalnych i kontrolnych przedstawionym na planie 4a.

c. d. Wyniki dwóch doświadczeń przeprowadzonych dla oceny techniki von Frischa. W pierwszym z nich kierunek wskazywany tańcem (tu: stanowisko 39°) był — jak u tego badacza — zgodny z kierunkiem położenia karmnika tresurowego pszczoł eksperymentalnych (bez przyoczek), położonego 20 m za pułapką, a nawet z kierunkiem karmnika pszczoł normalnych (tzw. „punktu kontrolnego”), leżącego o 50 m za tym samym. W tej sytuacji zwerbowane pszczoły wykazują (c) silniejszą preferencję do kierunku wskazanego tańcem (na diagramie słupki oznaczony czarną strzałką), który jest zgodny z kierunkiem położenia karmnika tresurowego. W drugim doświadczeniu, gdy Gould „rozsunął” te dwie tendencje (d) i pszczoły wskazywały tańcem kierunek pułapki 45° , podczas gdy karmnik tresurowy znajdował się o 15° na wschód od niej, za pułapką 30° — tylko 30% zwerbowanych zbieraczek leciało w kierunku wskazanym tańcem (błoczek oznaczony czarną strzałką), przy 68% lecących w kierunku karmnika tresurowego (błoczek oznaczony pustą strzałką).

Kontrolna grupa pszczół służyła do mierzenia reorientacji tańca normalnych pszczół pod wpływem światła w ulu. Gould przeprowadził też osobne doświadczenia, w których zwiadowczyni podawała sprzeczne informacje tańcem w stosunku do zapachu przyniesionego ze źródła pożytku. W tej sytuacji wykorzystywana była przede wszystkim informacja zawarta w tańcu.

Na czym więc zasadzała się różnica odmiennych poglądów Wennera i współpracowników w porównaniu ze stanowiskiem von Frischa i jego szkoły? Von Frisch [11] przypuszcza, że powodem było to, iż Wenner do tresury używał skoncentrowanego roztworu cukru zaprawionego tym samym zapachem, który później był wykorzystywany w czasie doświadczenia właściwego. Pogląd ten potwierdził eksperymentalnie Gould [14, 15]. W opisanych poprzednio warunkach, przedstawionych na rys. 3 a, przeprowadził on nową serię doświadczeń z tresurą na 2 M roztworze cukru zawierającym zapach doświadczalny. Światło było początkowo umieszczone 85° na lewo bądź na prawo od pionu przez 30 min., a następnie przesunięte w tę samą stronę o $22,5^\circ$. W tym układzie doświadczalnym zwerbowane pszczoły nie wykazywały wyraźnej preferencji do kierunku wskazywanego przez tańce (rys. 3 c), a średni błąd wynosił 29° (77 m).

Gould nie poprzestał na poddaniu krytycznej ocenie wyników Wennera, ale zanalizował również metodę badawczą von Frischa — w szczególności zajął się tym, czy dane uzyskane w doświadczeniach wachlarzowych (jak na rys. 3 a) w istocie odzwierciedlają dokładność rekrutacji przez pszczoły. W tym celu przeprowadził on doświadczenie przypominające swym układem to z rys. 3 a, jednakże różniące się w szczegółach. Punkty rekrutacyjne (pułapki testowe) były tu oddalone o 390 m od ula, zaś ich odległości kątowe wynosiły 3° . Stanowisko karmienia znajdowało się 20 m za skrajnie wschodnim punktem rekrutacyjnym (na prawo), a stacja kontrolna — do której jak poprzednio latały normalne, kontrolne pszczoły — leżała jeszcze 50 m za karmnikiem pszczół doświadczalnych (z zalakowanymi przyoczkami). Po okresie tresurowym, kiedy światło w ulu znajdowało się w położeniu zenitalnym, zostało ono — podczas właściwego eksperymentu — przesunięte o 15° w prawo od pionu — w celu skierowania werbowanych pszczół do punktu na drugim końcu „wachlarza” stacji rekrutacyjnych, to jest o 15° od położenia tresurowego. Jak widać z rys. 4 d, zwerbowane pszczoły preferowały oba końce rzędu stanowisk testowych — nie tylko punkt wskazany przez taniec, ale także najbliższy do kierunku karmnika. Zdaniem Goulda ten wynik wyjaśnia powód, dla którego w doświadczeniach von Frischa tak duży procent pszczół leciał we właściwym kierunku; w jego układzie doświadczalnym bowiem zwiadowczyni informowała o kierunku, w którym nadal znajdował się czynny karmnik — a błędy były obliczane w stosunku do tego położenia, por. rys. 4 c.

Inne doświadczenia Goulda [14] wykazały niesłuszność poglądów von Frischa i Lindauera, że zbieraczki integrują informacje odnoszące się do kierunku położenia wziątku z kilku tańców zwiadowczyń wracających z tego samego miejsca, którym towarzyszyły w czasie tańca.

Dotychczasowe wyniki doświadczeń prowadzą zdaniem Goulda [14] do kilku ogólnych konkluzji.

Wydaje się po pierwsze, że różne techniki tresurowe von Frischa i Wennera prowadzą do badania dwóch stadiów tego samego procesu, jakim jest wykorzystywanie bogatego źródła pożytku. Doświadczenia von Frischa badają wcześniejszą fazę, gdy źródło wziątku zostało dopiero

zlokalizowane. Wenner natomiast bada chyba fazę późniejszą — podczas której zapach źródła pożytku (względnie odwiedzających go pszczół) jest dostatecznie silny, by wyeliminować rekrutację za pośrednictwem języka tańców. Po wtóre, język tańców rozwinął się u pszczół prawdopodobnie w lasach tropikalnych, w których bardzo istotną rzeczą było, żeby skierować zbieraczki do odległego izolowanego źródła wziątku — zanim zostało ono odkryte i wykorzystane przez inną kolonię lub inny gatunek owadów. W obecnych warunkach, gdy pszczoły mają do dyspozycji rozległe i bogate źródła pożytku (sady, łąki, ogrody) — ta druga forma orientacji, oparta na zapachu, jest prawdopodobnie częściej wykorzystywana.

Tak czy inaczej, wyrażony w pierwszej części naszych rozważań [4] pogląd, że taniec pszczół zawiera nie mniej niż 20 bitów informacji *, nie tylko się ostał, ale wolno nam sądzić, że cała ta informacja jest przekazywana w procesie porozumiewania się i wykorzystywana. Jak stwierdza Goud [14], ten system przekracza znacznie możliwości informacyjne wszelkich pozaludzkich form porozumiewania się. W doświadczeniach R. A. i B. T. Gardnerów [12, 13] szympanseca Washoe nauczyła się wykorzystywać 130 różnych znaków „migowego” języka głuchoniemych, z których potrafiła kształtować czterowyrazowe zdania według schematu: rzeczownik — czasownik — „modyfikator” — rzeczownik, zaś jej repertuar składa się z ok. 70 rzeczowników, 30 czasowników i 30 „modyfikatorów”; wobec tego teoretycznie mogła formułować $3,25 \cdot 10^6$ zdań (oczywiście tylko część z nich byłaby w istocie sensowna). Wydaje się, że w podobnych granicach zawiera się efektywność porozumiewania się tych małp z człowiekiem za pośrednictwem sygnałów wzrokowych na kartach [32, 33 *]. Z drugiej znów strony minimalny repertuar 10 000-wyrazowego słownika ludzkiego daje (znów teoretyczną!) możliwość utworzenia ponad 10^{22} siedmiowyrazowych zdań o przeciętnej liczbie informacji wynoszącej w przybliżeniu 74 bity [14].

Przytaczając te niewątpliwie interesujące wartości liczbowe musimy jednak stwierdzić, że stanowisko Goulda i innych autorów przypisujące porozumiewaniu się pszczół walor języka abstrakcyjnego idzie za daleko.

Jak wykazał Hockett [19, 20, 21], do ważnych cech układów porozumiewania się lądowych ssaków należą [40]: (1) wielokierunkowe rozprzestrzenianie i jednokierunkowy odbiór sygnałów, (2) szybkość ich zanikania — charakterystyczne dla (3) kanału głosowo-słuchowego. Dalej, zdolność do wzajemnej wymiany (4) polega na tym, że ten sam osobnik może nadawać i odbierać takie same sygnały. Skuteczność systemu podnosi (5) całkowite sprzężenie zwrotne, umożliwiające sterowanie nadawanymi sygnałami dzięki nadzorowi własnych zmysłów. W zasadzie dopiero u naczelnych (*Primates*) pojawiają się dalsze, ważne cechy — wśród nich (6) specjalizacja układu komunikacyjnego: teraz sygnał przestaje być ubocznym produktem innych procesów życiowych zwierzęcia. Znaki głosowe tych zwierząt cechuje też (7) arbitralność, tzn. nie przypominają one pod względem fizycznym swoich desygatów.

U człowieka pojawiają się następne cechy systemu porozumiewania się, których nie dzieli on ze swymi krewniakami-ssakami, jak (8) rozdzielczość (dyskretność) sygnałów informacyjnych czy (9) dwoistość

* Niestety nie udało mi się dotrzeć do najnowszych wyników w tym zakresie [7].

kształtowania komunikatów, która polega na tym, że są one budowane z sygnałów informacyjnych charakteryzujących się przeogromnym bogactwem leksykalnym — a te z kolei składają się z niewielkiej liczby głosek. System ludzkiego porozumiewania się ma też właściwość (10) czasowego przemieszczenia, tj. możliwość informowania o zdarzeniach przeszłych lub przyszłych, (11) wykrętność (prevarication), tj. może służyć do przekazywania nonsensów lub nieprawdy, a także jest systemem (12) refleksyjnym, tzn. może komunikować o samym układzie porozumiewania się (można mówić o języku). Szczególnie podkreślane bywają trzy ostatnie cechy ludzkiego przekazywania informacji. U zwierząt porozumiewanie zachodzi zgodnie z zamkniętym programem, opierającym się na kodzie ustalonym w drodze genetycznej, ograniczonym do tzw. pierwszego układu sygnałów [39]. Inaczej u człowieka. Tu wykorzystywane sygnały mogą należeć również do tzw. drugiego układu sygnałów — to znaczy mogą być „sygnałami sygnałów” i pełnić (13) funkcję semantyczną znacząc pojęcia ogólne. [Już u naczelných znak przestał wyrażać tylko stany — np. emocjonalne — nadawcy i odnosi się również do sytuacji zewnętrznych (np. deszczu).] Pojęcia ogólne wiążą się zaś z myśleniem abstrakcyjnym [31, 39]. U ludzi porozumiewanie się opiera się na (14) otwartym systemie komunikacyjnym, który dopuszcza włączanie doń nowych sygnałów. Przy czym (15) uczalność umożliwia nabywanie umiejętności posługiwania się różnymi kodami, z czym wiąże się charakterystyczne dla ludzi (16) kulturowe przekazywanie systemu porozumiewania się. Ostatnią z wymienianych cech doskonalszego układu komunikacyjnego jest zdolność do tworzenia nowych komunikatów — zwana jego (17) produktywnością.

Zgodnie z poglądami językoznawstwa [31] językiem nazywa się formę porozumiewania się — powstałą w rozwoju społecznym, na drodze nie genetycznej lecz kulturowej [1] — za której pomocą mogą być przekazywane pojęcia przedmiotów i relacji w sposób abstrakcyjny. Zwykle zwraca się przy tym uwagę na przysługiwanie mu cech wymienionych wyżej pod numerami 10, 13, 14, 16 i 17. Mowa jest zaś formą języka opartą na artykułowanych dźwiękach jako sygnałach. Istnienie języka zakłada więc u istot nim się posługujących zdolności do myślenia abstrakcyjnego i do emisji rozdzielných (dyskretných) sygnałów; w przypadku mowy są nimi artykułowane dźwięki. U ludzi obie te zdolności wiążą się z odpowiednim rozwojem ośrodkowego układu nerwowego, a druga — ponadto z występowaniem tzw. narządu mowy [17].

Gdy rozpatrujemy grupy zwierząt filogenetycznie starsze od ssaków, np. ptaki — ów przedział w systemie porozumiewania się między nimi a człowiekiem może się rysować nieco inaczej w odniesieniu do konkretných cech. Niektóre ptaki na przykład uczą się głosów od swoich współplemieńców (cecha 16), a nawet — dzięki naśladownictwu — od przedstawicieli innych gatunków (cecha 15) [30]. Istnieją też rozbieżności w pojmowaniu (cechy 13) semantyczności. Hockett [19], Tembrock [40] i Gould [14, 26] rozumieją ją szeroko, bez opierania jej na abstrakcyjnych pojęciach — i dzięki temu przypisują ją już niektórym systemom porozumiewania się zwierząt.

Jakie cechy — zwłaszcza spośród właściwości wyższych systemów porozumiewania się — przysługują układowi komunikacyjnemu pszczół i jak wobec tego można go zaklasyfikować? Często uważa się [26], że tańcom pszczół przysługuje (cecha 1) szerokie rozprzestrzenianie, (4) zdolność do wzajemnej wymiany, (9) dwoistość przekazu, (10) czasowe przemieszczenie, (13) semantyczność i (17) produktywność. Nie ze wszystkim

można się wszakże zgodzić. Co do cechy 1, to taniec pszczoł rozprzestrzenia informację w dużo większym zakresie od kanału akustycznego, zwłaszcza co do kierunku i odległości od tańczącej pszczoły przekazującej informację. Jest on ponadto odruchowym uzewnętrznieniem aktualnego stanu jej organizmu [10], chociaż dotyczy odwiedzonego, w niedawnej przeszłości źródła pożytku, a który zbieraczka znajdzie znów w przyszłości, u kresu swego doń lotu. Nie ma tu więc — ściśle biorąc — (10) przemieszczalności w czasie. Chociaż zaś taniec w swych kinetycznych elementach przedstawia stosunki odległości i kierunku, a więc dotyczy abstrakcji — nie wyraża on abstrakcyjnej myśli pszczoły. Bo też tylko człowiek w religijnym tańcu dawnych kultur i niektórych współczesnych kultur, zwłaszcza pozaeuropejskich — próbował wyrazić swe nieukończzone pragnienia. Najpełniej zaś do wyrażania abstrakcji służy mu artykułowana mowa. Brak nam uzasadnionych podstaw, by uważać, że jakiegokolwiek dzisiejsze zwierzęta wyrażają w naturalnych warunkach swe abstrakcyjne myśli — i dlatego tylko ludzka mowa jest współcześnie jedyną naturalną mową na świecie. Reszta to zaledwie sposoby porozumiewania się. Odnosi się to również do tańców pszczoły miodnej — i dlatego można do nich stosować pojęcia i metody semiotyki [18, 35, 36, 37]. Przytoczona zaś o nich garść danych wskazuje na to, jak wdzięcznym i interesującym przedmiotem badań może być taki system komunikacyjny świata zwierzęcego.

Niniejsze opracowanie zostało wykonane w ramach problemu węzłowego 10.4.1.01.1.1.

W pierwszej części artykułu [4] podano błędną liczbę wariantów „zdania” przekazywanego przez pszczoły, odpowiadającą tej wartości. W rzeczywistości $2^{20} \approx 10^6$, a więc chodzi nie o 4 lecz tylko o 1 milion wariantów. Inna rzecz, iż górne oszacowanie sprawności informacyjnej tańców werbunkowych (przy uwzględnieniu rozróżniania przez pszczoły 700 różnych zapachów zamiast 100) daje wartość 22,6 bitów — temu zaś odpowiada aż z górą 6 mln wariantów zdaniowych. Stale bowiem chodzi w gruncie rzeczy o zdanie jednakowej „formy”: „W odległości l od ula, w kierunku δ względem położenia słońca, znajduje się cel c o wydajności (wzgl. jakości) q i zapachu z ”. Przy tym zmienna l przyjmuje jedną z 50 wartości, kąt δ — przy l większym od pierwszej jednostki równej ok. 240 m — może być jedną z 22 wartości (gdzie jednostką jest ok. $16^\circ 22'$), zmienna c oznacza jedną z 4 możliwości (nektar, pyłek, propolis lub lokum), dla q arbitralnie przyznano [14] 4 stopnie, zaś z — przyjmuje jedną z 700 „wartości” odpowiadających „numerowi” zapachu rozpoznawanego przez pszczoły, jednak tylko dla c oznaczającego pożytek (tj. nektar lub pyłek).

LITERATURA

- [1] Bagby P. — *Kultura i historia. Prolegomena do porównawczego badania cywilizacji*. PIW, Warszawa 1975.
- [2] Chauvin R. — *Życie i obyczaje owadów*. Współcz. Bibl. Nauk. „Omega” t. 46—47. PWN, Warszawa 1966.
- [3] Chmurzyński J. A. — *Etologia a zoopsychologia*. W: „Powstawanie nowych dyscyplin naukowych” pod red. E. Geblewicza. Zakł. Nar. im. Ossolińskich, Wrocław, 17—67, 1973.
- [4] Chmurzyński J. A. — *Tajemnice tańców pszczoł. (1) Jakie informacje niesie taniec?* Kosmos A, 25, 395—409, 1976.
- [5] Chmurzyński J. A. — *W poszukiwaniu istoty życia*. W: „Materiały dla nauczycieli do zajęć fakultatywnych grupy biologiczno-chemicznej” pod red.

- T. Zabłockiej, t. 2 „Organizm — jednostka biologiczna”. II wyd. Wyd. Szkol. i Pedag., Warszawa, w druku.
- [6] Dembowski J. — *Psychologia zwierząt*. II wyd. Czytelnik, Warszawa 1950.
- [7] Fouts R. S. — *Communication with chimpanzees*. W: „Hominisation und Verhalten”, herausg. v. G. Kurth und I. Eibl-Eibesfeldt. G. Fischer Verl., Stuttgart, 137—158, 1975.
- [8] Frings H. i M. — *Mowa zwierząt*. Bibl. „Problemów” t. 123. PWN, Warszawa 1968.
- [9] Frisch K. [von] — *Życie pszczół*. Bibl. Wiedzy t. 16. Trzaska, Evert i Michalski, Warszawa [1935].
- [10] Frisch K. von — *Tanzsprache und Orientierung der Bienen*. Springer Verl., Berlin 1965.
- [11] Frisch K. von — *Honeybees: do they use direction and distance information provided by their dancers?* Science, 158, 3804, 1072—1076, 1968.
- [12] Gardner B. T., Gardner A. R. — *Two-way communication with an infant chimpanzee*. W: „Behaviour of Apes” ed. by A. Schrier and F. Stollnitz, vol. 4. Academic Press, London, 117—184, 1969.
- [13] Gardner R. A., Gardner B. T. — *Communication with a young chimpanzee: Washoe's vocabulary*. Coll. Int. C.N. R.S., No. 198, 241—264, 1972.
- [14] Gould J. L. — *Honey bee recruitment: the dance-language controversy*. Science, 189, 4204, 685—693, 1975.
- [15] Gould J. L. — *Communication of distance information by honey bees*. J. comp. Physiol., 104, 161—173, 1975.
- [16] Gould J. L., Henerey M., MacLeod M.C. — *Communication of direction by the honey bee*. Science, 169, 3945, 544—554, 1970.
- [17] Grayson J. — *Nerwy i mózg ludzki*. Bibl. „Problemów” t. 104. PWN, Warszawa 1966.
- [18] Guiraud P. — *Semiologia*. Bibl. Wiedzy Współcz. „Omega” t. 270. Wiedza Powsz., Warszawa 1974.
- [19] Hockett C. F. — *Logical considerations in the study of animal communication*. W: „Animal Sounds and Communication” ed. by W. E. Lanyon and W. N. Tavolga. Amer. Inst. Biol. Sci., Washington, 392—430, 1960.
- [20] Hockett C. F. — *The origin of speech*. Sci. Amer., 203 No. 3, 89—96, 1960.
- [21] Hockett C. F. and Altmann S. A. — *A note on design features*. W: „Animal Communication” ed. by T. A. Sebeok. Indiana Univ. Press, Bloomington, 61—72, 1968.
- [22] Johnson D. L. — *Honey bees: do they use the direction information contained in their dance maneuver?* Science, 155, 3764, 844—847, 1967.
- [23] Johnson D. L., Wenner A. M. — *Relationship between conditioning and communication in honey bees*. Anim. Behav., 14, 261—265, 1966.
- [24] Lem S. — *Biologia i wartości*. Stud. filozof., Nr 3/4, 35—78, 1968.
- [25] Lindauer M. — *Communication among Social Bees*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass., 1971.
- [26] Lindauer M. — *Social behavior and mutual communication*. W: „Physiology of Insecta” ed. by M. Rockstein, vol. 3. Academic Press, New York, 149—228, 1974.
- [27] Lindauer M. and Schricker B. — *Über die Funktion der Ocellen bei den Dämmerungsflügen der Honigbiene*. Biol. Zbl., 82, 721—725, 1969.
- [28] Linde S. B. — *Słownik języka polskiego*, vol. 5. Wyd. II. Zakł. Nar. im. Ossolińskich, Lwów, p. 231, 1860.
- [29] Lityniecki I. B. — *Spotkanie z bioniką*. Wiedza Powsz., Warszawa 1974.
- [30] Manning A. — *Wstęp do etologii zwierząt*. PWN, Warszawa 1976.
- [31] Milewski T. — *Językoznawstwo*. PWN, Warszawa 1975.
- [32] Premack D. — *Language in chimpanzee?* Science, 172, 3985, 808—822, 1971.

- [33] Premack A. J. and Premack D. — *Teaching language to an ape*. Sci. Amer., 227 No. 4, 92—99, 1972; [polski przekład: *Szympanś uczy się języka*. Problemy, 30, Nr 3, 46—48, 57—59, 1974].
- [34] Remane A. — *Życie społeczne zwierząt*. Bibl. „Problemów” t. 181. PWN, Warszawa 1965.
- [35] Sebeok T. A. — *Komunikacja w świecie zwierząt*. Studia filozof., 2, 164—177, 1966.
- [36] Sebeok T. A. — *Aspects of animal communication: the bees and porpoises*. Rev. gen. Semantics, 24, 59—83, 1967.
- [37] Sebeok T. A. [ed.] — *Animal Communication. Techniques of study and results of research*. Indiana Univ. Press, Bloomington 1968.
- [38] Steche W. — *Gelenkter Bienenflug durch „Attrappentänze”*. Naturwissenschaften, 44, 598, 1957.
- [39] Szewczuk W. — *Psychologia* t. I. Wyd. 2. PWN, Warszawa 1966.
- [40] Tembrock G. — *Biokommunikation. Informationsübertragung im biologischen Bereich*. Teil I u. II. Akademie-Verl., Berlin 1971.
- [41] Tinbergen N. — *Badania nad instynktem*. PWN, Warszawa 1976.
- [42] Ullrich W. — *Zoopsychologia*. Bibl. „Problemów” t. 185. PWN, Warszawa 1973.
- [43] Van der Kloot W. G. — *Zachowanie się zwierząt*. PWN, Warszawa 1971.
- [44] Viaud G. — *Instynkty*. PWN, Warszawa 1965.
- [45] Wartak J. — *Metody cybernetyczne w biologii i medycynie*. PWN, Warszawa 1966.
- [46] Wells P. H., Wenner A. M. — *Do honey bees have a language?* Nature, Lond., 241, 5386, 171—175, 1973.
- [47] Wenner A. M. — *Honey bees: do they use the distance information contained in their dance maneuver?* Science, 155, 3764, 847—849, 1967.
- [48] Wenner A. M., Johnson D. L. — *Honeybees: do they use direction and distance information provided by their dancers?* Science, 158, 3804, 1076—1077, 1967.
- [49] Wenner A. M., Wells P. H., Johnson D. L. — *Honey bee recruitment to food sources: olfaction or language?* Science, 164, 3875, 84—86, 1969.
- [50] Wojtusiak R. J. — *„Mowa” pszczół*. Problemy, 17, Nr 2, 100—104, 1961.
- [51] Wojtusiak R. J. — *Zoopsychologia i etologia*. W: „Biologia XX wieku”, t. II pod red. S. Skowrona i in. Wiedza Powsz., Warszawa, 475—512, 1971.
- [52] Wojtusiak R. J. — *Mowa pszczół*. „Nauka dla wszystkich” Nr 174. PAN, Kraków 1972.

HOMOLOGIA UKŁADU: GRUCZOŁ PODGARDZIELOWY — GRUCZOŁ TARCZOWY W ŚWIETLE NOWYCH BADAŃ

WSTĘP

Terminem „narządy homologiczne” definiujemy — w przeciwieństwie do narządów analogicznych (które wykazują podobną funkcję, lecz wywodzą się z różnych listków zarodkowych i różnią się zasadniczym planem budowy) — narządy pochodzące z tych samych listków zarodkowych, np. rynienka podskrzelowa lancetników i osłonic, gruczoł podgardzielowy larw minoga oraz nabłonek pęcherzyków tarczyc pozostałych strunowców pochodzą z entodermy (entoblastu), co świadczy o ich pokrewieństwie filogenetycznym [20, 30, 43]. Ponadto narządy homologiczne muszą wykazywać identyczne położenie, tę samą budowę zasadniczą oraz ten sam układ tkanek, mogą się jednak różnić kształtem i funkcją, czego dowodem są np. skrzydła ptaków i przednie (górne) kończyny ssaków (reče człowieka), pęcherz pławny ryb i płuca wyższych kręgowców, gruczoł podgardzielowy larwy minoga (endostyl jako gruczoł trawienny) i małe skupienia pierwszych pęcherzyków tarczycy u dojrzałego minoga [9, 10, 30, 31].

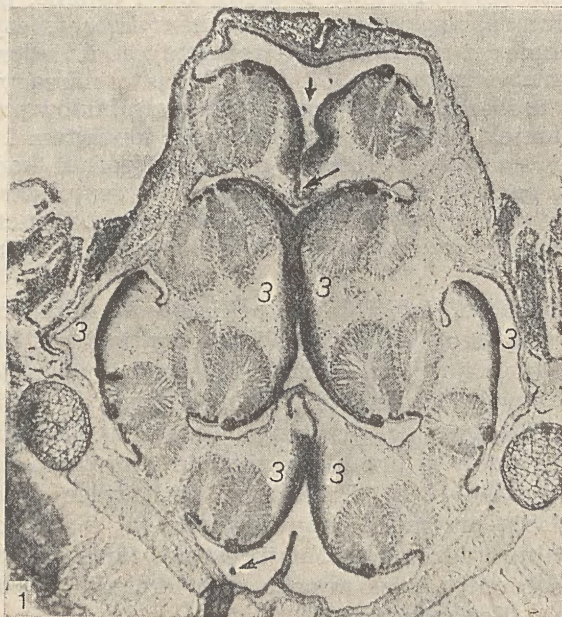
Dowodem słuszności teorii homologii układu narządowego: gruczoł podgardzielowy (endostyl) — gruczoł tarczowy jest przebieg ontogenezy minogów (*Petromyzoniformes*). U zwierząt tych występuje bowiem niejako „skrócona” ewolucja tarczycy, a mianowicie przemiana endostylu na prymitywną tarczycę w przebiegu procesów przeobrażenia larwy (ammocoetes). Zjawisko to przebiega zgodnie z prawem biogenetycznym Ernsta Haeckla (1834—1919). Przemiany zachodzące w ontogenezie są krótką rekapitulacją przemian odbywających się w filogenezie; inaczej, ontogeneza z punktu widzenia ewolucji jest powtórzeniem filogenezy [44]. W ten więc sposób ontogeneza minoga odzwierciedla „w dużym skrócie” procesy przemian filogenetycznych.

Endostyl larwy minoga uważa się za homolog endostyli prymitywnych strunowców (*Protochordata*) [30, 31, 32, 33, 41]. Homologiem endostylu jest tarczycza i podobnie jak endostyl gruczoł tarczowy u wszystkich gromad kręgowców rozwija się z dna gardzieli w formie cewki wydłużającej się w kierunku ogona i ulegającej na końcu zgrubienia. Ponieważ jednak u *Protochordata* ujawniają się pierwsze etapy ewolucji endostylu, a zatem w gruczole podgardzielowym protoplastów kręgowców należy dopatrywać się tego narządu, który filogenetycznie przekształcił się w tarczycę. Narząd ten podejmuje swą czynność dokrewną w sposób nie budzący wątpliwości u dojrzałych minogów i ryb, a w postaci gruczołu występuje stale u wszystkich wyższych strunowców.

PRZEOBRAŻENIE GRUCZOŁU PODGARDZIELOWEGO LARWY MINOGA

Zagadnienie transformacji endostylu w tarczycę nie zostało dotychczas wszechstronnie zbadane. Dokładne poznanie biomechanizmów, regulujących przebieg procesów przeobrażenia gruczołu podgardziowego ślepic (larwy minoga) umożliwia zastosowanie nowych metod badawczych: biochemicznych, elektronmikroskopowych, fizjologicznych, histoautoradiograficznych, histochemicznych, histoenzymologicznych, wreszcie morfologii porównawczej.

Przeobrażenie larw minogów przebiega w zasadzie w ciągu kilku tygodni (u ślepie minoga rzeczno, *Lampetra fluviatilis* L. — 6 do 8 tygodni) [16], przy czym w strukturze i funkcji endostylu zachodzą głębokie zmiany. Na zbliżające się procesy metamorfozy wskazuje szczególnie intensyfikacja zjawiska akumulacji jodu promieniotwórczego w warstwie przyszczytowej niektórych typów komórek nabłonka jodochłonnego, a zwłaszcza 3, 2c i 7 [30, 33, 36], osiągająca swe maksimum bezpośrednio przed zapoczątkowaniem pierwszych sygnałów przeobrażenia larwy (metoda histoautoradiografii, rys. 1) [9, 10].



Rys. 1. Histoautoradiografia przekroju poprzecznego przez środkową część ślimaka endostylu larwy minoga morskiego (*Petromyzon marinus* L.) po upływie 12 godzin od momentu zastosowania jodu promieniotwórczego. Maksymalna akumulacja izotopu w komórkach nabłonka typu 3. 84X. Strzałki = kropelki wydzieliny komórek gruczołowych w świetle komór endostylu.

Wyjątek stanowią niektóre komórki nabłonkowe typu 4, wykazujące cechy degeneracji strukturalnej (zjawisko holokrynii). W komórkach tych akumulacja jodu zachodzi nie śródkomórkowo, jak w uprzednio wymienionych typach komórkowych, lecz w świetle komory endostylu, tzn. w warstwie cytoplazmy wyciśniętej z wnętrza komórek wraz z jądrem. Z tych też względów zrozumiałe jest z punktu widzenia biologii

przypuszczenie, że tak zdegenerowane komórki nie mogą posiadać właściwości tarczycotwórczych.

Równolegle do procesów akumulacji jodu w komórkach nabłonka jodochłonnego zachodzą zjawiska uaktywnienia czynności wewnątrzkomórkowych systemów enzymów oddechowych (rys. 6, 7, 9), w pierwszym rzędzie enzymów cyklu Krebsa, łańcucha oddechowego, cyklu glikolizy oraz cyklu pentozowego. Enzymy te szczególnie żywo odzwierciedlają tempo metabolizmu komórek nabłonka aparatu endostylarnego, przez co mogą ujawniać ich charakterystyczne cechy funkcjonalne [30, 36], określane terminem „dynamika enzymatyczna”.

Obok enzymów utleniających, niepoślednie znaczenie przypisuje się proteazom endostylarnym. W następstwie ich działalności dochodzi do stopniowej autolizy i całkowitego rozpadu komórek cylindrów gruczołowych. Wskutek równoległego rozrostu tkanki mezenchymatycznej następuje stopniowe zwężenie światła przewodu wyprowadzającego do dna gardzieli (ductus hypobranchialis). Stan ten prowadzi nieuchronnie do całkowitego zamknięcia endostylu w podgardzielowym łożysku łącznotkankowym.

Nabłonek typu 3, podtypu 2c oraz fragmenty nabłonka typów 4, 5 i 7 ulegają częściowej autolizie i rozpadowi na krótkie odcinki, które na drodze mitoz łączą się ze sobą końcami. W rezultacie tych procesów powstaje nabłonek pierwszych pęcherzyków tarczycy dojrzalego minoga.

Zasadniczą jednostkę strukturalną tej tarczycy tworzy pęcherzyk o nabłonku zbudowanym z komórek sześciennych lub walcowatych, stosunkowo wyższych od analogicznych komórek nabłonkowych tarczycy wyższych strunowców, np. myszy (rys. 3, 4, 8) [18]. Światło pęcherzyków tarczycy minoga wypełnia substancja eozynofilna, posiadająca charakter koloidu tarczyc wyższych strunowców [1, 10].

Nabłonek pęcherzykowy tarczycy minoga wykazuje zmienność morfologiczną, nawet w obrębie jednego i tego samego pęcherzyka. Niektóre pęcherzyki zawierają w swym świetle koloid o wyglądzie homogenym, wybarwiający się silnie metodą PAS, natomiast pozostałe — koloid ziarnisty dający słabszą reakcję PAS [13, 28]. Poszczególne pęcherzyki otacza tkanka łączna bogata w włóknisty kolagen (silna reakcja PAS⁺). Komórki nabłonka pęcherzykowego spoczywają na cienkiej błonie podstawowej, która uwidacznia się również odczynem PAS⁺.

Etap histogenezy nabłonka pierwszych pęcherzyków charakteryzuje się osłabieniem aktywności procesów akumulacji jodu oraz równoległym osłabieniem czynności enzymów utleniających w porównaniu z natężeniem tychże procesów w nabłonku jodochłonnym endostylu w okresie poprzedzającym bezpośrednio stadium metamorfozy (rys. 1, 5, 7, 8, 9, 10) [9, 10, 30, 31].

Otoczająca endostyl mezenchyma wnika doń stopniowo, dzieląc go na mniejsze jamy, które wgłębiają się w tkankę dna gardzieli. Wolne przestrzenie międzykankowe, powstałe po zakończeniu procesów degeneracji i autolizy pierwotnych struktur wewnątrzendostylarnych, w szczególności zaś cylindrów gruczołowych, wypełnia tkanka łączna siateczkowa.

Tarczyca minogów jest rozproszona, tzn. pozbawiona otoczki łącznotkankowej. W zarysie przybiera ona kształt wydłużonego walca, biegnącego równolegle do środkowej części dna gardzieli pomiędzy 2. a 5. łukiem skrzelowym i zlokalizowanego ponad chrząstką środkowobrzuszną (rys. 2, 12). W części dogłowej tarczycy widoczne jest charakterystyczne widełkowate rozgałęzienie [7, 13, 28].

Przekroje poprzeczne przez tarczycę minoga uwidaczniają kilka (rys. 2, 3, 4, 5, 12), przekroje podłużne — nawet kilkadziesiąt, przeważnie dużych (w granicach 100×1800 mikronów) pęcherzyków. Przy posuwaniu się w głąb tylnej części gardzieli rozmiary pęcherzyków w zasadzie wzrastają [10]. Przybierają one często kształt zatok o nabłonku głęboko wpuklonym do światła pęcherzyka [13, 31].



Rys. 2. Przekrój poprzeczny regionu gardzieli przeobrażonej larwy minoga morskiego. Hematoksylina i eozyna. Strzałki = zawiązki pierwszych pęcherzyków tarczycy. $50\times$ (Clements-Merlini).

Rys. 3. Faza formowania nabłonka pierwszych pęcherzyków tarczycy dojrzałego minoga morskiego (rys. 2). Hematoksylina i eozyna. Strzałki = ciemne ziarenka barwnika cytoplazmatycznego typu melanin, stanowiące cechę charakterystyczną dla komórek nabłonka tarczycotwórczego typu 3 endostylu ślepicy. $325\times$ (Clements-Merlini)

W związku z tym faktem należy przytoczyć spostrzeżenie Sembrata [41], że układ komórek nabłonka typu 3 i 4 endostylu ślepicy tworzy na przekroju poprzecznym charakterystyczny zarys dużego pęcherzyka.

CYTOFIZJOLOGIA CYLINDRÓW GRUCZOŁOWYCH ENDOSTYLU ŚLEPICY

Liczne badania podkreślają zupełny brak cech jodochłonności i tarczycotwórczości u komórek cylindrów gruczołowych, a mianowicie:

a) Metody izotopowe sugerują, że komórki cylindrów gruczołowych w momencie przeobrażenia ślepicy produkują jedynie substancje o charakterze śluzu, który powoduje powstanie tzw. czopa w centrum cylindrów, a zwłaszcza w pobliżu ich ujść do światła komór endostylarnych [4, 9].

b) Metoda endokrynologiczna wg Gorbmana [18]: po podaniu tyreotropiny wołowej zachodzą wzmożone procesy degeneracji, wakuolizacji, o następnie autolizy w komórkach cylindrów gruczołowych obu podtypów (1d i 1v).

c) Metoda farmakologiczna — zastosowanie goitrogenów powoduje z jednej strony intensyfikację procesów rozpadowych cylindrów gruczołowych, z drugiej zaś — do hipertrofii komórek nabłonkowych typów 3 i 5 (obecność cech tarczycotwórczych w tych komórkach) [5, 6].

d) Metody histochemiczne pozwalają na wykrycie w komórkach cy-

lindrów gruczołowych sekrecji śluzowej spływającej do ujść cylindrów do światła komór endostylarnych [4, 29].

e) Metody histoenzymologiczne [37, 38] podkreślają względnie stałą aktywność wewnątrzkomórkowych enzymów utleniających w metabolizmie komórek podtypów 1d oraz 1v [30, 33]. Aczkolwiek silna, lecz na ogół ustabilizowana aktywność enzymów oddechowych w komórkach nabłonka gruczołowego obu podtypów wskazuje raczej na brak swoistej dynamiki utleniającej, cechującej komórki jodochłonne i tarczycotwórcze endostylu ślepiccy. Inaczej określając, komórki typu 1, pomimo stosunkowo silnej reaktywności enzymatycznej, nie zmieniają w sposób istotny natężenia procesów oddechowych w przebiegu badanych etapów ontogenezy minoga, co stanowi znamienne cechę metaboliczną komórek cylindrów gruczołowych obu podtypów [30].

ZAŁOŻENIA HOMOLOGII CYTOMORFOLOGICZNEJ UKŁADU GRUCZOŁ PODGARDZIELOWY — GRUCZOŁ TARCZOWY

Komórki nabłonka pęcherzykowego tarczyc minogów wykazują wiele cech endostylarnego nabłonka tarczycotwórczego, a mianowicie obecność rzęsek (cilia), witek (flagellae), kosmków (microvilli), jąder komórkowych o charakterystycznym kształcie, cytoplazmatycznego „układu wakuolarnego”, tzw. kropelek apikalnych, utożsamianych z hipotetyczną tyreoglobuliną cytoplazmatyczną oraz żółtych i brunatnych złogów ziarnistości pigmentu (rys. 3, 4). Wymienione elementy cytomorfologiczne stanowią charakterystyczne cechy wymienionych poniżej typów i podtypów nabłonka tarczycotwórczego endostylu ślepiccy (rys. 11):

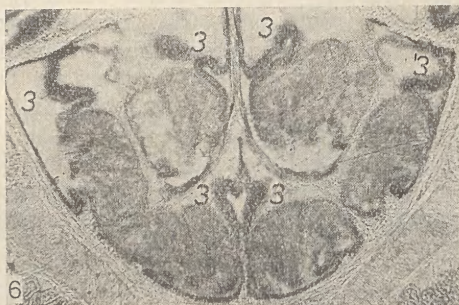


Rys. 4. Zawiązki pierwszych pęcherzyków tarczycy dojrzałego minoga morskiego. Hematoksylina i eozyna. Strzałki = komórki nabłonka typu 3 endostylu larwy. 295× (Clements-Merlini).

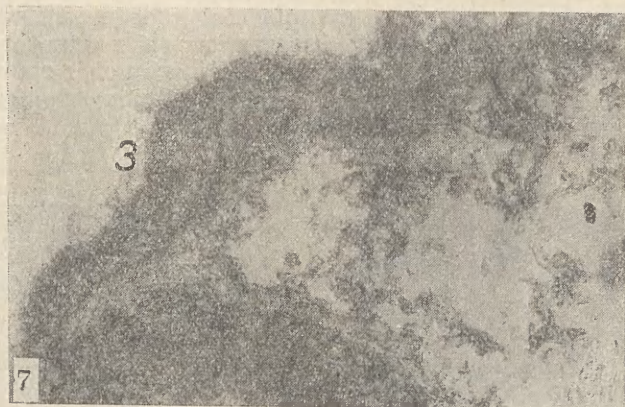
Rys. 5. Histoautoradiografia preparatu przedstawionego na rys. 4. Znaczne osłabienie intensywności procesów akumulacji jodu promieniotwórczego w por. z rys. 1. Jod, związany z białkiem, występuje w świetle uformowanych pęcherzyków (strona lewa) oraz w komórkach zawiązków pęcherzyków (strona prawa). 295× (Clements-Merlini)

1) podtypu 2 trans (czyli tzw. typu Bargmanna [3]), zlokalizowanego pomiędzy podtypem 5v a 2a oraz obejmującego komórki bezrzęskowe, wyższe od komórek podtypu 5v a niższe od komórek podtypu 2a, wąskie, o jądrach stosunkowo dużych, ciemnych, o zarysie eliptycznym; komórki te wykazują wzmożoną aktywność niektórych enzymów utleniających

(dehydrogenazy bursztynianowej, oksydazy cytochromowej, dehydrogenazy alfa-glicerofosforanowej, dehydrogenazy glukozy-6-fosforanowej) [30];



Rys. 6. Histoenzymologia przekroju poprzecznego przez środkową część ślimaka endostylu najstarszej wiekiem (tzn. wchodzącej w okres przeobrażenia) larwy minoga rzeczno (Lampetra fluviatilis). Intensyfikacja aktywności enzymu Baranowskiego (dehydrogenazy alfa-glicerofosforanowej) w komórkach nabłonka typu 3 (w ośrodkach akumulacji jodu promieniotwórczego, por. rys. 1!). Oryg. 160×



Rys. 7. Histoenzymologia przekroju poprzecznego przez przednią część endostylu starszej larwy minoga rzeczno. Silna aktywność dehydrogenazy mleczanowej (cykl glikolizy) w komórkach nabłonka typu 3. Oryg. 256×

2) podtypu 2c; należą tu komórki wysokie (25 mikronów) posiadające wąskie, długie i cienkie mikrokosmki, jądro wydłużone o zarysie jajowatym, zlokalizowane w zasadzie centralnie, liczne ziarnistości cytoplazmatyczne, liczne szerokie mitochondria w warstwie przyszczytowej; obecność lipidów w cytoplazmie, wzmożone procesy biosyntezy białek, akumulacja jodu, aktywność enzymów oddechowych;

3) typu 3; należą tu komórki polimorficzne: od niskich i kostkowych poprzez wysokie i szerokie do wysokich i cylindrycznych, krótkorzęskowe w porównaniu z komórkami podtypu 2c, obecność mikrokosmków na powierzchni komórek typu 3, jądra duże i okrągłe z widoczną chromatyną i jąderkiem, liczne ziarnistości barwnikowe, złoże glikogenu, kropelki sekrecji różnej wielkości i gęstości, aktywizacja biosyntezy białek, wiązanie jodu przez warstwę przyszczytową, wzmożenie procesów odde-

chowych, w szczególności w warstwie apikalnej komórek (rys. 7, 8); ergastoplazma warstwy przypodstawnej komórki jest zbudowana szeregowo, natomiast w warstwie przyszczytowej występuje rozproszona siateczka, w skład której wchodzi ziarniste płytki, kanaliki i pęcherzyki; pod wpływem goitrogenów i tyroksyny drobne kropelki cytoplazmatyczne przyłączają się do większych [2], na cysternach retikulum endoplazmatycznego gromadzą się drobne ziarnistości; do światła endostylu wysuwają się pseudopodia komórek typu 3, tworzy te posiadają cytoplazmę homogeniczną; mitochondria są stosunkowo nieliczne;



Rys. 8. Znacznie słabsza w por. z rys. 7 aktywność dehydrogenazy mleczanowej w komórkach nabłonka pęcherzykowego tarczycy dojrzalego minoga rzecznoego bezpośrednio po zakończeniu przeobrażenia. Oryg. 256×

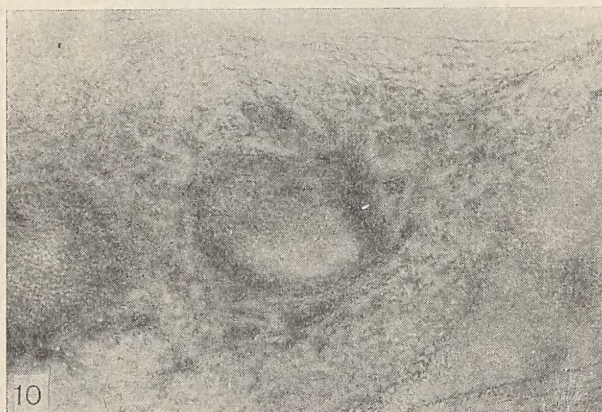
4) fragmentów nabłonka typu 4, wykazującego przeważnie cechy degeneracji biologicznej, tzn. obecność jąder w warstwie przyszczytowej lub nawet na powierzchni komórek, a więc w świetle komory endostylarnej, ciemniejsze w porównaniu z innymi typami zabarwienie cytoplazmy, brak ziarnistego retikulum endoplazmatycznego, małe rozproszone mitochondria, dobrze rozwinięty pęcherzykowaty aparat Golgiego, liczne ziarnistości cytoplazmatyczne w rejonach przyjądrowych, ziarenka glikogenu, słabe natężenie biosyntez białek;

5) fragmentów nabłonka typu 5, tworzącego „wyściółkę” komór endostylu i obejmującego komórki polimorficzne lub płaskie, bezrzęskowe, o ziarnistej konsystencji cytoplazmy, nieliczne cysterny retikulum endoplazmatycznego, liczne ziarenka glikogenu, barwnika, lipidy, obecność cystyny i cysteiny, częściowa akumulacja jodu, gromadzenie odżywczych substancji zapasowych, silna i bardzo silna aktywność enzymów utleniających;

6) fragmentów nabłonka nowego typu 7 [36], wyścielającego kanał ductus hypobranchialis, obejmującego komórki palisadowe, rzęskowe,



Rys. 9. Silna aktywność enzymu Warburga (oksydazy cytochromowej) w mitochondriach skoncentrowanych w warstwie przyszczytowej komórek nabłonka typu 3 endostylu ślepicy minoga rzeczno. Oryg. 256×



Rys. 10. Słabsza w por. z rys. 9 aktywność enzymu Warburga w komórkach nabłonka pęcherzykowego tarczycy dojrzałego minoga rzeczno bezpośrednio po zakończeniu przeobrażenia. Oryg. 256×

liczne mitochondria, wykazujące znaczną aktywność oddechową, zwłaszcza w warstwie apikalnej, jodochłonne; szczególna dynamika niektórych enzymów utleniających.

W odróżnieniu od struktury nabłonka pęcherzykowego tarczyc wyższych strunowców, tarczyc dojrzałego minoga może teoretycznie zawierać w swym składzie większą ilość odmian komórek nabłonkowych. Tarczycy wyższych strunowców zawierają bowiem 3 zasadnicze typy komórek: 1 — komórki typu A — czyli nabłonkowe i jodotyroninowe; 2 — komórki typu C — śródpęcherzykowe, podnabłonkowe i międzypęcherzykowe, kalcytoninowe; oraz 3 — tzw. komórki Askenazego (Huertla) — duże eozynofilne komórki nabłonkowe, o małym jądrze i ziarnistej cytoplazmie [19], gromadzące aminy biogenne.

Podkreślić należy, że cytowana literatura [4, 7, 9, 10, 15] wymienia tylko 2 względnie 3 odmiany komórek nabłonka pęcherzykowego tarczyc dojrzałych minogów.

Dalszym dowodem homologii cytomorfologicznej układu endostyl — tarczycy jest fakt występowania w komórkach nabłonka pęcherzykowego tarczycy niższych i wyższych strunowców struktur tzw. pseudoendostylarnych: rzęsek, witek, „układu wakuolarnego” i in. I tak np. strukturą wakuolarną cytoplazmy charakteryzują się komórki nabłonka pęcherzykowego tarczycy śluzic [45]. Również w tarczycy wielu ryb, np. rekina *Mustelus canis* L. [11] występują komórki rzęskowe względnie zaopatrzone w długie witki. Ponadto u rekina kolenia (*Squalus acanthias* L.) wykrył Cowdry [11] obecność tak zwanych supraperykardialnych komórek śluzowych, które swą strukturą przypominają śluzowe komórki gruczołowe endostyli najniższych strunowców. Komórki te w okresie rozwoju zarodkowego ryby migrują ze ściany gardzieli do tkanek okołosercowych.

Komórki nabłonka tarczycy ryby z gatunku *Seriola quinqueradiata* [14] posiadają mikrokosmki, dobrze rozwinięte pęcherzykowate elementy aparatu Golgiego i retikulum endoplazmatycznego z szeroko rozproszonymi rybosomami. Niektóre pęcherzyki aparatu Golgiego zawierają liczne wtręty i kryształki w wtopionych w nie włókieńkami. Również nabłonek pęcherzykowy tarczycy jednej z ryb przeraż, *Hydrogalus colliei* [25], odznacza się strukturą wybitnie wakuolarną, spowodowaną przypuszczalnie 1 — wzmożoną resorpcją koloidu ze światła pęcherzyków na drodze pinocytozy; 2 — fuzją lizosomów z wakuolami cytoplazmatycznymi wskutek utraty błonek przez ostatnie oraz 3 — powstawaniem krystaloidów białkowych z kropelek koloidu wchłoniętego przez komórki. Hipotetyczną obecność tyreoglobuliny w kropelkach apikalnych sugerują wyniki badań histochemicznych: Reakcja PAS⁺, ilościowy wzrost PAS⁺ — kropelek cytoplazmatycznych wzbudzonych działaniem tyreotropiny [25].

Również w komórkach nabłonka pęcherzykowego tarczycy ssaków można wykazać obecność rzęsek, a także i prążków. Zdaniem Gorbmana [17], struktury te pochodzą z okolicy narządów ultimobranchialnych rozwijającego się zarodka. Ilość i aktywność rzęsek wzrasta pod wpływem TSH, a zatem pozostaje w stosunku wprost proporcjonalnym do natężenia procesów wydzielniczych.

Inną charakterystyczną cechę homologicznych narządów podgardziowych stanowi obecność złuszczonej komórki nabłonkowej w świetle komór endostylarnych względnie w świetle pęcherzyków tarczycy jako rezultat działalności holokrynowej i proteolitycznej.

ZAŁOŻENIA HOMOLOGII HISTOENZYMOLOGICZNEJ UKŁADU: GRUCZOŁ PODGARDZIELOWY — GRUCZOŁ TARCZOWY

Nową, nie opublikowaną dotychczas w literaturze biologicznej pozycję stanowi zagadnienie homologii układu narządowego: gruczoł podgardziowy — gruczoł tarczowy z punktu widzenia histoenzymologii, a zatem badania obecności i aktywności analogicznych układów enzymatycznych, występujących w nabłonku endostyli, jak i tarczyc. W nabłonku tym zachodzi zjawisko współdziałania enzymatycznych systemów energetycznych, w szczególności zaś enzymów utleniających z systemami enzymów fosforylizujących oraz regulujących przepuszczalność błonek mitochondrialnych. Badania nad wyjaśnieniem powiązań aktywności enzymów utleniających z poszczególnymi etapami biosyntezy hormonów jodotyrosinowych nie zostały ostatecznie zakończone. Dotychczasowa znajomość tych powiązań opiera się na fragmentarycznych i oderwanych od całości danych badawczych. Na przykład, procesy akumulacji i wiązania jodków

przez komórki nabłonka endostylu i tarczycy, uzależnione od obecności tlenu i grup sulfhydrylowych enzymów [8, 38], są kontrolowane przez ustrój na drodze tyreotropowej, w szczególności u strunowców wyższych.

Proces utleniania jonu jodkowego do jonu atomowego zachodzi w obecności swoistej jodoperoksydazy [24] oraz enzymów łańcucha oddechowego, a zwłaszcza oksydazy cytochromowej [12, 22, 27]. Ostatnio wymieniony enzym wykazuje biologiczną zdolność do sprzęgania swej czynności z aktywnością diaforaz, podkreślając w ten sposób powagę procesów utleniania, zachodzących w komórkach nabłonka tarczycotwórczego endostylu oraz nabłonka pęcherzykowego normalnej tarczycy. W stanach chorobowych tarczycy aktywność tego kompleksu enzymatycznego ulega znacznym nieraz wahaniom. Na przykład w nadczynności tego gruczołu u człowieka obserwuje się przeszło siedmiokrotną w porównaniu z normą aktywizację czynności oksydazy cytochromowej sprzężonej z diaforazami [39].

Progresja ogólnej aktywności enzymów utleniających w komórkach tarczycotwórczych endostylu ślepicy w fazie ontogenezy, poprzedzającej bezpośrednio pierwsze przeobrażenia — stanowi szczególny miernik aktywności metabolicznej tych komórek, gdyż wskazuje na zwiększone zapotrzebowanie energii niezbędnej w procesach biosyntez białek komórkowych, a zwłaszcza tyreoglobuliny w szorstkim retikulum endoplazmatycznym [23, 30]. Świeżo zsyntetyzowana, lecz tylko częściowo jodowana tyreoglobulina wędruje poprzez cysterny ergastoplazmy do strefy aparatu Golgiego, gdzie łączy się z kropelkami koloidalnymi, a za ich pośrednictwem przestaje się do światła endostylu.

Enzymy utleniające regulują ponadto etap wbudowania jodu do cząsteczek tyrozyn oraz etap kondensacji 2 cząsteczek jodotyrozyn na 1 cząsteczkę jodotyroniny (związek dwufenyloeterowy). Procesy te zachodzą w obrębie cząsteczki tyreoglobuliny, najprawdopodobniej w regionie apikalnym komórek nabłonkowych [15, 23]. Potwierdzenie oraz uzupełnienie danych histoenzymologicznych stanowią badania histoautoradiograficzne [4, 9, 10].

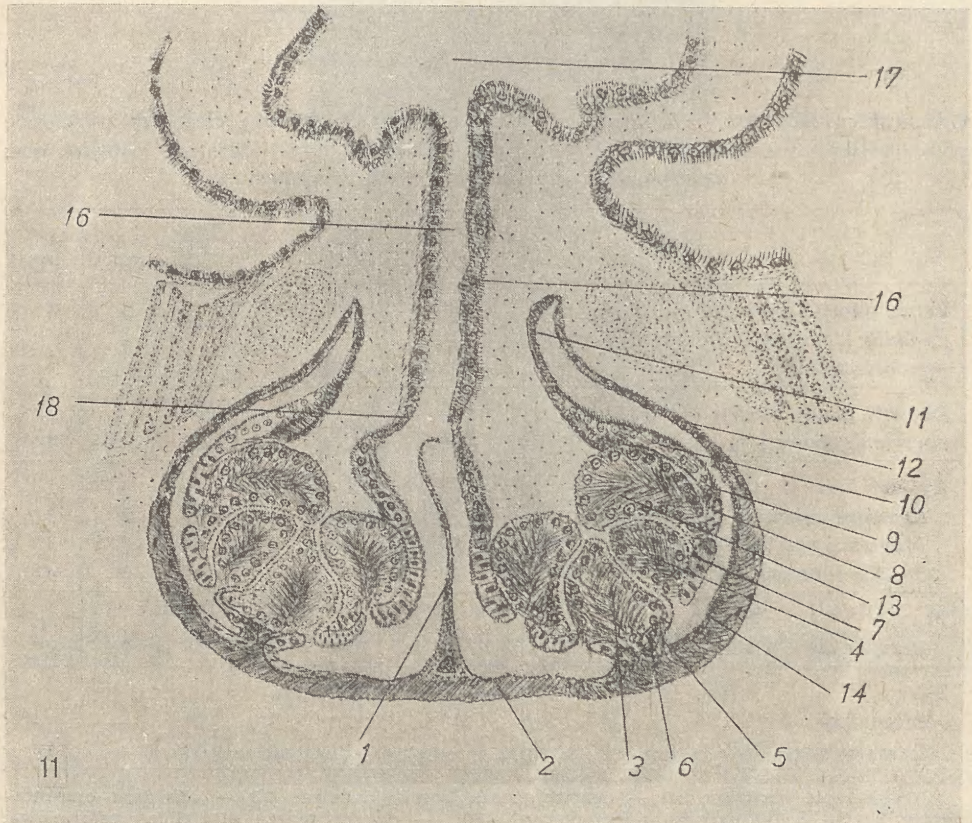
Etap przeobrażenia utożsamia się ze zwiększonym zapotrzebowaniem ustroju na hormony tarczycy, których obecność jest niezbędna w przemianach strukturalnych narządów, m.in. nabłonka endostylu na pęcherzyki tarczycy. Nasuwa się w tym wypadku analogia do procesów przeobrażania ryb i płazów [24, 44].

Następujący z chwilą uformowania się pierwszych pęcherzyków tarczycy dojrzalego minoga spadek aktywności metabolicznej, jak i jodochłonnej komórek nabłonka tarczycotwórczego, może z jednej strony świadczyć o zakończeniu procesów morfogenetycznych, z drugiej zaś o wyczerpaniu fizjologicznym tychże komórek.

Zaskakujący wyjątek stanowi aktywność dehydrogenazy bursztynianowej, która może sugerować fakt jej słabszego zaangażowania w cyklu biosyntez hormonów jodotyroninowych [30, 42], pomimo stwierdzonej fundamentalnej roli cyklu Krebsa i łańcucha oddechowego w metabolizmie komórek nabłonka tarczycotwórczego i pęcherzykowego. Nawet u strunowców wyższych (ssaków) wykazano zdecydowanie słabą aktywność tego enzymu [26, 39, 42].

Na wahania funkcji enzymów utleniających w poszczególnych, nawet sąsiadujących ze sobą komórkach nabłonka tarczycotwórczego endostylu oraz nabłonka pęcherzykowego tarczycy wpływa bez wątpienia zmienność histogenetyczna, to znaczy — zjawisko heterogenii cytomorfologicznej, uwarunkowane zmiennością strukturalną i czynnościową różnych

odmian komórek nabłonkowych w etapie formowania nabłonka pierwszych pęcherzyków, zgodnie z zasadą, że wszelkim zmianom cytomorfologicznym towarzyszą proporcjonalne do nich zmiany czynnościowe [13, 44].



Rys. 11. Przekrój poprzeczny przez środkową część endostylu larwy minoga morskiego na poziomie ductus hypobranchialis (wg Clements-Merlini, zmienione)

1 — przegroda międzykomorowa (septum); 2 — podłoże łącznotkankowe torebki zewnętrznej; 3 — podtyp komórkowy 1v; 4 — podtyp komórkowy 1v (z drugiej pary cylindrów gruczołowych prawej komory aparatu endostylarnego); 5 — podtyp komórkowy przejściowy 2 trans; 6 — podtyp komórkowy 2a; 7 — podtyp komórkowy 2b; 8 — podtyp komórkowy 2c; 9 — strefa komórek formatywnych; 10 — typ komórkowy 3; 11 — typ komórkowy 4; 12 — podtyp komórkowy 5d; 13 — podtyp komórkowy 1d; 14 — podtyp komórkowy 5v; 15 — nabłonek wyścielający kanał ductus hypobranchialis; 16 — kanał ductus hypobranchialis; 17 — dno gardzieli; 18 — nabłonek przejściowy typu 6.

Godne podkreślenia jest wyraźne podobieństwo ogólnej aktywności enzymów utleniających endostylu ślepicy i wzajemne proporcje tych aktywności w jego komórkach nabłonka jodochłonnego i tarczycotwórczego — do aktywności i proporcji tychże enzymów w komórkach nabłonka pęcherzykowego tarczyc wyższych strunowców, jak to obrazuje tabela 1.

Pewne odchylenia od przedstawionego ogólnego schematu aktywności enzymatycznych wykazuje płatan (w hodowli laboratoryjnej), której tarczycza wykazuje silną aktywność enzymów cyklu glikolitycznego,

w szczególności zaś dehydrogenazy mleczanowej, przy stosunkowo niskiej aktywności enzymów utleniania aerobowego (dehydrogenazy bursztynianowej i oksydazy cytochromowej). Długotrwały bezruch, w jakim przebywa w akwarium organizm tego płaza, pociąga prawdopodobnie za sobą powstanie tak zwanego „długu tlenowego”, a w następstwie — nasilenie procesów enzymatycznych cyklu glikolitycznego [35].

Tabela 1

Ogólna aktywność niektórych enzymów utleniających nabłonka tarczycotwórczego ślepicy w okresie poprzedzającym przeobrażenie i nabłonka pęcherzykowego tarczyc dojrzałych minogów oraz przedstawicieli strunowców niższych i wyższych

	Diaforaza NAD	SD	CO	LD	α - GPD	G-6- PD
Larwa minoga rzecznego (<i>Lampetra fluviatilis</i> L.) w okresie poprzedzającym przeobrażenie [30]	4+ 5+	2+ 3+	3+ 4+	4+	3+ 4+	4+
Dojrzały minog rzeczny bezpośrednio po przeobrażeniu [31]	5+	2+	3+	2+ 3+	—	3+ 4+
Ryba						
<i>Carassius auratus</i> [34]	5+	2+	3+	3+	3+	3+
<i>Misgurnus fossilis</i> [34]	4+	2+	3+	3+	3+	3+
<i>Poecilia formosa</i> [46]	4+	2+	4+	3+	3+	4+
Płaz						
<i>Xenopus laevis</i> Daud. [35]	4+	2+	3+	5+	2+	2+
Ssak						
Szczur [26]	4+	2+	3+	2+	—	—
Człowiek [39]	—	2+	2+	4+	—	3+

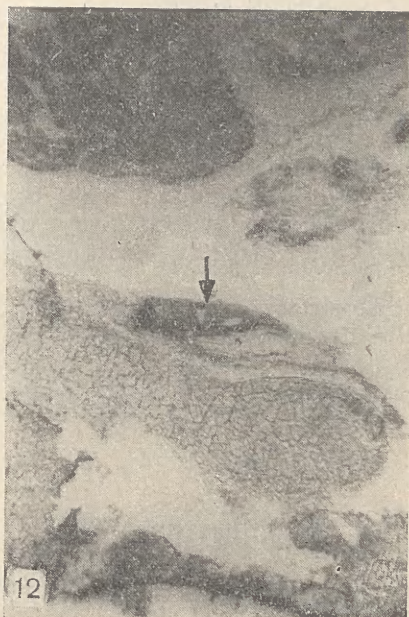
Objaśnienie skrótów: SD — dehydrogenaza bursztynianowa; CO — oksydaza cytochromowa; LD — dehydrogenaza mleczanowa; α -GPD — dehydrogenaza alfa-glicerofosforanowa; G-6-PD — dehydrogenaza glukozo-6-fosforanowa.

Objaśnienie skali stopni natężenia aktywności enzymów utleniających: 5+ — bardzo silny odczyn dodatni; 4+ — silny odczyn dodatni; 3+ — umiarkowanie dodatni odczyn; 2+ — słabo dodatni odczyn; 1+ — śladowo dodatni odczyn; 0 — odczyn ujemny.

Poza wyjątkiem, który w szeregu porównywanych ze ślepicą strunowców stanowi platana, podobieństwo szlaków utleniania w komórkach jodochłonnych i tarczycotwórczych endostylu larwy minoga do szlaków utleniania w komórkach nabłonka pęcherzykowego tarczyc dojrzałych minogów, jak i pozostałych strunowców jest uderzające.

W przeciwieństwie do strunowców niższych, w ustrojach wyższych organizmów lądowych występują zjawiska przyspieszonego tempa metabolizmu, pociągającego za sobą wzmożenie oddychania tkankowego. Intensywność procesów oddychania komórkowego warunkuje tempo biosyntezy jodotyronin. W konsekwencji dochodzi do pewnych odchyłeń w aktywności wewnątrzkomórkowych procesów enzymatycznych. Jest to zrozumiałe ze względu na istnienie swoistych biochemicznych dróg ewolucji układu dokrewnego w ustrojach wyższych strunowców lądowych.

Odchylenia te dotyczą głównie spotęgowanej w stosunku do strunowców niższych aktywności enzymów cyklu glikolizy, łańcucha oddechowego oraz cyklu pentożowego.



Rys. 12. Przekrój poprzeczny przez tarczycę dojrzałego minoga rzecznoego bezpośrednio po zakończeniu procesów przeobrażenia. Strzałka = lokalizacja kilkupęcherzykowej tarczycy w regionie podgardzielowym. Silna reakcja diaforazy NAD w nabłonku pęcherzykowym. Oryg. 51×

Wobec stwierdzonego przez Leloupa i Berga [21] występowania w endostylu ślepiczy zarówno jodotyrozyn, jak i jodotyronin, wyniki badań histoenzymologicznych [30], świadczące o wysokim podobieństwie metabolizmu komórek nabłonka tarczycotwórczego endostylu do metabolizmu komórek nabłonka pęcherzykowego tarczycy niższych i wyższych strunowców, stanowią dalszy dowód homologii obu omawianych narządów.

WNIOSKI

Dane doświadczalne dowodzą wysokiej aktywności enzymatycznej i jodochłonnej komórek nabłonka endostylu larwy minoga, zaangażowanych w biosyntezie jodotyronin i w wytwarzaniu pęcherzyków tarczycy. W ten sposób nauka zdobywa podstawy do ugruntowania hipotezy ogólnobiologicznego znaczenia endostylu jako otwartego zawiązka tarczycy u zarodków strunowców. Endostyl czyli gruczoł podgardzielowy utożsamia się z tzw. pseudotarczycą.

W początkowych fazach rozwoju zarodkowego zarówno niższych, jak i wyższych strunowców, pojawia się zawiązek tarczycy w postaci leżącego pośrodkowo na wysokości pierwszej pary kieszonek gardzielowych nieparzystego, otwartego uchyłka dna gardzieli. Później dopiero zawiązek

tarczycy wytwarza u wyższych strunowców dwa płaty obwodowe, komunikujące się z dnem gardzieli za pośrednictwem wąskiego przewodu tarczowo-językowego (ductus thyreoglossus), który swą budową przypomina ductus hypobranchialis endostylu ślepiccy.

U człowieka zagłębienie dna gardzieli w postaci pośrodkowobrzusznego wpuklenia entodermy, zlokalizowanego pomiędzy kieszonkami skrzelowymi jelita dogłowego, występuje u zarodków 3-tygodniowych (1,5 mm długości), dwupłatowy zawiązek tarczycy — u zarodków 5 mm, a połączenie z dnem gardzieli ulega przerwaniu już u zarodków 7 mm długości [40]. Niekiedy połączenie to utrzymuje się jako przewód tarczowo-językowy, przeważnie tworzy ono nieregularną masę tkanki tarczowej. W ten sposób powstaje u dorosłego człowieka przy podstawie języka ślad embrionalnego uchyłka dna gardzieli, noszący nazwę otworu ślepego (foramen caecum).

W oparciu o dane histoautoradiograficzne oraz histochemiczne słuszne wydaje się uzupełnienie stosowanej w biologii definicji „endostyl” przez wprowadzenie nowych określeń w rodzaju: „otwarty w stronę przewodu pokarmowego wczesnoembrionalny zawiązek tarczycy strunowców”, syn. „tarczyca embrionalna”, „tarczyca endostylarna”, „otwarta pseudotarczycza”.

LITERATURA

- [1] Aloj S., Salvatore G., Roche J. — *Isolation and properties of a thyroglobulin subunit from lamprey thyroid gland*. Gen. Comp. Endocr., 9, 429, 1967.
- [2] Bage G., Olsson R. — *Fine structure of normal, thyroxine- and goitrogen-treated "epithelium 3 cells" of the ammocoete endostyle*. Gen. Comp. Endocr., 3, 682—683, 1963.
- [3] Bargmann W. — *Blutgefäß- und Lymphgefäßapparat. Innersekretorische Drüsen*. In: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Vol. 6, Part 2. Edit.: W. v. Moellendorff. Verlag von J. Springer. Berlin 20—25, 1939.
- [4] Barrington E. J. W., Franchi L. L. — *Some cytological characteristics of thyroidal function in the endostyle of the ammocoete larva*. Quart. J. Micr. Sc., 97, 393—409, 1956.
- [5] Barrington E. J. W., Sage M. — *On the responses of the glandular tracts and associated regions of the endostyle of the larval lamprey to goitrogens and thyroxine*. Gen. Comp. Endocr., 3, 153—165, 1963.
- [6] Barrington E. J. W., Sage M. — *On the responses of iodine-binding regions of the endostyle of larval lamprey to goitrogens and thyroxine*. Gen. Comp. Endocr., 3, 669—679, 1963.
- [7] Barrington E. J. W., Sage M. — *The Endostyle and Thyroid Gland*. In: The Biology of Lampreys. Vol. 2. Edit.: M. W. Hardisty and I. C. Potter. Acad. Press. London — New York, 105—134, 1972.
- [8] Burck H. C. — *Technika histologiczna*. PZWL. Warszawa 1975.
- [9] Clements-Merlini M. — *The secretory cycle of iodoproteins in ammocoetes. I. A radioautographic time study of the subpharyngeal gland*. J. Morph., 106, 337—342, 1960.
- [10] Clements-Merlini M. — *The secretory cycle of iodoproteins in ammocoetes. II. A radioautographic study of the transforming larval thyroid gland*. J. Morph., 106, 357—364, 1960.
- [11] Cowdry E. V. — *Flagellated thyroid cells in the dogfish (Mustelus canis)*. Anat. Rec., 22, 289—297, 1921.

- [12] De Groot L. J., Niepomniszcze H., Nagasaka A., Hati R. — *Mechanism of thyroid hormone formation*. Ann. Clin. Res., 4, 113—120, 1972.
- [13] Fontaine M., Gorbman A., Leloup J., Oliverreau M. — *La glande thyroïde de la lamproie marine (Petromyzon marinus marinus L.) lors de sa montée reproductrice*. Ann. Endocr. (Paris), 13, 55—57, 1952.
- [14] Fujita H., Machino M. — *Electron microscopic studies on the thyroid gland of a Teleost, Seriola quinqueradiata*. Anat. Rec., 152, 81—98, 1965.
- [15] Fujita H., Honma Y. — *Electron microscopical studies on the thyroid of a Cyclostome, Lampetra japonica, during its upstream migration*. Z. Zellforsch. mikr. Anat., 73, 559—575, 1966.
- [16] Gąsowska M. (Edit.) — *Klucze do oznaczania kręgowców Polski*. Praca zbiorowa. PWN 1962.
- [17] Gorbman A. — *Problems in the comparative morphology and physiology of the vertebrate thyroid gland*. In: Comparative Endocrinology. Edit.: A. Gorbman. J. Wiley a. Sons, Inc. New York — London, 266—282, 1959.
- [18] Gorbman A., Bern, H. A. — *Textbook of Comparative Endocrinology*. J. Wiley a. Sons, Inc. New York — London, 99—172, 1972.
- [19] Heimann P. — *Ultrastructure of human thyroid*. Acta Endocr. (Cph.), 53, Suppl. 110, 1966.
- [20] Hoyer H., Grodziński Z. — *Anatomia porównawcza kręgowców*. PWN. Warszawa, 252—254, 1964.
- [21] Leloup J., Berg O. — *Sur la présence d'acides amines iodes (monoiodotyrosine, diiodotyrosine et thyroxine) dans l'endostyle de l'ammocoete*. Compt. Rend. Soc. Biol., 238, 1069—1071, 1954.
- [22] Macho L., Poór J., Palković M., Mitro A. — *The activity of peroxidase and of NADP-linked dehydrogenases in the thyroid gland of young rats*. In: Current Topics in Thyroid Research. Edit.: C. Cassano and M. Andreoli. Acad. Press. New York — London, 55—59, 1965.
- [23] Nadler N. J., Young B. A., Leblond C. P., Mitmaker B. — *Elaboration of thyroglobulin in the thyroid follicle*. Endocrinology, 74, 333—354, 1964.
- [24] Nanba H. — *Ultrastructural and cytochemical studies on the thyroid gland of metamorphosing frogs (Rana japonica Guenther)*. II. Peroxidase activity. Arch. Histol. Jap., 35, 313—322, 1973.
- [25] Nakai Y., Gorbman A. — *Cytological and functional properties of the thyroid of a Chimaeroid fish, Hydrogalus collei*. Gen. Comp. Endocr., 13, 285—302, 1969.
- [26] Niweliński J., Zamorska L. — *Histochemia enzymów utleniających w tarczycy szczura pod wpływem metylotiouuracylu*. Endokr. Pol., 13, 267—274, 1962.
- [27] Nunez J. — *Closing remarks for the session on iodide peroxidase and biochemistry of iodination reactions*. In: Current Topics in Thyroid Research. Edit.: C. Cassano and M. Andreoli. Acad. Press. New York — London, 68—70, 1965.
- [28] Oliverreau M. — *Etude histologique et autoradiographique de la glande thyroïde de la lamproie (Petromyzon marinus marinus L.)*. Arch. Anat. Micr. Morph. Exp. (Paris), 41, 1—10, 1952.
- [29] Olsson R. — *Endostyles and endostylar secretions: A comparative histochemical study*. Acta Zool., 44, 299—328, 1963.
- [30] Pajor W. J. — *The ammocoetes endostyle: Its intracellular oxidative enzymes as an evidence of the homology with the thyroid of higher chordates*. Folia Histochem. Cytochem. (Kraków), 14, 283—316, 1976.
- [31] Pajor W. J. — *The activity of some oxidative enzymes in thyroid of post-metamorphized lampreys*. In preparation.
- [32] Pajor W. J. — *Ewolucja funkcji nabłonka endostylu najniższych strunowców*

- (lancetników i ostonic) w porównawczym obrazie autoradiograficznym i histochemicznym. Kosmos A. W druku.
- [33] Pajor W. J. — *Ewolucja endostylu larwy minoga w porównawczym obrazie autoradiograficznym, histochemicznym i histoenzymologicznym*. Kosmos A W druku.
- [34] Pajor W. J. — *The activity of some intracellular oxidative enzymes in the thyroid follicular epithelium of Carassius auratus and Misgurnus fossilis*. Folia Biol. (Kraków), 25, 1977. In press.
- [35] Pajor W. J. — *Comparative studies on the activity of oxidative enzymes in thyroid of Xenopus laevis Daud. in experimental hypokinesia*. Folia Histochem. Cytochem. (Kraków), 1977. In press.
- [36] Pajor W. J. — *Modyfikacja hipotezy tyreogenezy u minogów w świetle nowych badań*. Przegl. Zool. W druku.
- [37] Pearse A. G. E. — *Histochemistry, Theoretical and Applied*. Vol. 1. Churchill — Livingstone Ltd, London 1968.
- [38] Pearse A. G. E. — *Histochemistry, Theoretical and Applied*. Vol. 2. Churchill — Livingstone Ltd., London 1972.
- [39] Reinwein D., Engelhardt A. — *Untersuchungen ueber Enzyme des Energiestoffwechsels in menschlichen Schilddruesen*. In: Schilddruesenhormone und Koerperperipherie. Edit.: E. Klein. Springer Verlag. Berlin 1964. Pp. 163—166, 1964.
- [40] Salter W. T. — *The Chemistry and Physiology of the Thyroid Hormone*. In: The Tormones. Vol. 2. Edit.: G. Pincus and K. V. Thimann. Acad. Press. New York 1950.
- [41] Sembrat K. — *On the evolution of the morphogenetic abilities of the apparatus: endostyle — thyroid gland*. Studia Soc. Sc. Torunensis, Sect. E (Zoologia), 6, 1—19, 1962.
- [42] Shepard T. H. — *Development of the human fetal thyroid*. Gen. Comp. Endocr., 10, 174—181, 1968.
- [43] Śliwiński K. E. — *Filogeneza i ewolucja funkcji gruczołu tarczowego*. Przegl. Zool., 15, 130—144, 1971.
- [44] Szarski H. — *Pochodzenie larwy i przeobrażenia u płazów*. Przegl. Zool., 1, 11—27, 1957.
- [45] Watermai A. J., Gorbman A. — *Thyroid tissue and some of its properties in the hagfish, Myxine glutinosa*. Gen. Comp. Endocr., 3, 58—65, 1963.
- [46] Zamorska L. — *Comparative studies on the activity of oxidative enzymes in Teleost thyroid follicles*. Folia Biol. (Kraków), 1976. In press.

O NIEKTÓRYCH PROBLEMACH POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W BIOLOGII

Zjawiska mechaniczne jeszcze do końca XVIII w. były główną dziedziną badań fizjologicznych, a mechanika podstawową gałęzią fizyki. Doświadczenia i prace prowadzone w innych zakresach zjawisk stanowiły w istocie izolowane obszary ogółu badań fizycznych i nie miały zwartej i jednolitej teorii tego typu co mechanika.

W pierwszej połowie XIX w. wiele prac skupiło się wokół zjawiska elektryczności i magnetyzmu, znanych zresztą dawniej, ale nie badanych dotąd systematycznie. Najważniejsze z tych prac to prace Faradaya. Materiał doświadczalny zgromadzony przez niego był tak obfity i usystematyzowany, że pozwolił Maxwellowi w 1864 r. sformułować równania opisujące zjawiska elektryczności i magnetyzmu. Kompletna teoria tych zjawisk została podana przez Maxwella w 1873 r. w „Traktacie o elektryczności i magnetyzmie”.

Najważniejszą koncepcją, która przyczyniła się w sposób zdecydowany do powstania drugiej w historii fizyki teorii porównywalnej pod względem swej ogólności z mechaniką — była koncepcja pola wprowadzona przez Faradaya. Pojęcie pola ma dla fizyki współczesnej znaczenie podstawowe, nie pozbawione wymowy filozoficznej i dokonało przewrotu w poglądach na to, co jest przedmiotem badań fizycznych.

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej, odkryte przez Faradaya dowodzi, że na cząsteczkę naładowaną elektrycznie może działać siła wywołująca jej ruch, choć w pobliżu nie ma innych cząsteczek naładowanych. Istotnie, takie zjawisko występuje wtedy, gdy do solenoidu wsuwamy magnes: w solenoidzie pojawia się prąd, a więc ruch ładunków elektrycznych. Trzeba przy tym zaznaczyć, że na zewnątrz solenoidu nie ma ładunków elektrycznych, które mogły być odpowiedzialne za ten ruch, to znaczy, które mogłyby przyciągnąć ładunki elektryczne znajdujące się w przewodniku solenoidu.

Wniosek z powyższych faktów jest taki: istnieją sytuacje, kiedy na ładunek elektryczny (lub biegun magnetyczny) działa siła, choć nie ma w pobliżu innego ładunku elektrycznego (lub bieguna magnetycznego).

W dotychczasowych badaniach biologicznych podstawową rolę materii przypisuje się substancji, zapominając, że materia występuje w dwóch formach: jako substancja i jako pole. Substancją wg Liwiencewa [1] nazywamy te postacie materii, które utworzone są z tak zwanych cząstek elementarnych — protonów, elektronów i innych. Polem nazywamy te formy materii, które posiadają zdolność wiązania ze sobą cząstek substancji oraz przenoszą oddziaływanie (działanie) jednych substancji na drugie.

Substancja posiada zdolność wytwarzania pola i jest z nim związana.

W pewnych szczególnych warunkach może przekształcać się w pole i odwrotnie. Pole swoimi własnościami różni się w sposób istotny od fizycznych substancji. Za podstawowe różnice możemy uważać np. to, że pole jest nieograniczone przestrzennie, istnieje zarówno w przestrzeni wypełnionej substancją, jak i nie zawierającej jej (w próżni). Różne rodzaje pól mogą nakładać się wzajemnie i istnieć jednocześnie w tych samych punktach przestrzeni. W badaniach biochemicznych używa się często takich pojęć jak potencjał, prąd elektryczny, ładunek. Są to oczywiście pojęcia umowne dotyczące pola. Jednak zdaniem współczesnej fizyki teoretycznej dzielenie obiektów fizycznych na substancję i pole, czy też inaczej na cząstki i fale, jako coś zupełnie oddzielnego, jest błędne. To, co naprawdę istnieje i podlega określonym prawom, to z czego zbudowany jest świat, stanowi materia polowa.

Większość cząstek elementarnych jest nietrwała, powstają i giną przetwarzając się na inne cząstki w ten sposób, że ich energia i pęd zostają zachowane — pola, których pobudzeniami są cząsteczki, istnieją jednak zawsze. Aktualny pogląd fizyki teoretycznej oczywiście w dużym uproszczeniu, można wyrazić następująco: materię można uważać za zespół fizycznych pól oddziaływających ze sobą — pól kwantowych. Cząstki bowiem — elementarne mikroobiekty, są niczym innym jak kwantowymi p o b u d z e n i a m i pól.

Jednym z najpospolitszych rodzajów pola jest pole elektromagnetyczne. Wyobraźmy sobie sytuację: nic nie będzie dany nadajnik fal radiowych i ich odbiornik. W pewnej chwili uruchamiamy nadajnik. Nim fale dojdą do odbiornika upłynie pewien czas. Usunąmy w tym czasie nadajnik i odbiornik — zostanie pole.

Oczywiście usuwaliśmy nadajnik i odbiornik w poprzednich przykładach jedynie po to, by Czytelnik łatwiej mógł sobie uzmysłować pojęcie pola, w rzeczywistości fakt istnienia nadajnika i odbiornika w niczym nie przeszkadza obiektywnemu, samodzielnemu istnieniu pola. Pole to rodzaj realności fizycznej. Jest ono wprawdzie wytwarzane przez źródła (nadajnik, ładunki, cząstki itp.), lecz może też istnieć samodzielnie, nawet po zniknięciu wszelkich źródeł. Stanowi to konsekwencję szczególnej teorii względności — tego, że oddziaływania rozchodzą się ze skończoną prędkością, a nie sięgają od razu wszędzie. Nie ma „działania na odległość”. Żadne ciało nie działa na drugie bezpośrednio z oddali — wytwarza tylko pole, a dopiero pole działa na drugie ciało. Przy tym pole działa już „wprost”.

Fizycy przyzwyczajeni do takich wielkości, jak: energia, pęd, moment pędu, przypisywanych normalnie takim obiektom materialnym, jak np. kamienie — poszukiwali ich odpowiedników w przypadku pola. Okazało się, że polu elektromagnetycznemu też można przypisać energię, pęd, moment pędu — zawarte w jednostce objętości. Własności te przysługują materii fizycznej występującej w postaci, do której przywykła nasza intuicja. Fakt ten zdecydował o przyznaniu polu rangi obiektywnie istniejącego rodzaju materialnej rzeczywistości.

A więc: co to jest pole? Najbardziej ogólnikowo można podać konieczną cechę pola: polem jest układ fizyczny o nieskończonej liczbie stopni swobody. Rzeczywiste pojęcie pola okazuje się znacznie bogatsze treściowo niż powyższe określenie. Faktem jest jednak, iż to, co odróżnia złożone układy fizyczne, jakimi są pola, od wszelkich innych układów, to właśnie posiadanie przez nie nieskończonej ilości stopni swobody.

Przejdźmy teraz do samego pojęcia cząstki elementarnej. Wiemy już,

że każda cząstka jest manifestacją określonego stanu wzbudzenia kwantowego pola. Pola są pierwotne, a cząstki wtórne. Nawet gdy nie ma cząstek, istnieją pola w swych podstawowych stanach oscylacji zerowych.

Czym jest jednak cząstka elementarna? Tak naprawdę wielu uczciwszych fizyków miałoby tu ochotę odpowiedzieć: „nie wiem”. Trudność bowiem polega na tym, że choć wiemy, iż cząstki są jak gdyby ziarenkami energii, pędu, naboju itd., w które „skrapla się wzbudzenie polowego gazu”, granica między cząstkami uznawanymi za cząstki podstawowe, elementarne i pozostałymi nieelementarnymi jest nieostra. Rzecz w tym, że bardzo często indywidualne wzbudzenie pól — cząstki łączą się jak gdyby, tworząc tzw. stany związane, czyli — jak mówimy — układy o wewnętrznej strukturze (np. elektron i pozytron łączą się dając pozytronium). Przy tym zarówno stany związane, jak i nie związane, są określonymi energetycznie wzbudzeniami oddziałujących pól i trudno ustalić, jakiego typu wzbudzenia należy uznać za elementarne. Narzucająca się idea, by za cząstki elementarne uznać cząstki trwałe, nie mające tendencji do spontanicznego rozpadania się na inne, też niedaleko prowadzi: w myśl określenia nieelementarną cząstką byłby neutron, elementarną zaś atom wodoru w stanie podstawowym. Najbardziej chyba bliskie temu, o co naprawdę chodzi, byłoby określenie, że cząstką elementarną jest takie wzbudzenie odpowiedniego pola (oddziałującego z innymi polami), któremu nie przysługuje już jakaś wewnętrzna struktura i które już się nie daje rozłożyć na jakieś podwzbudzenia. Niestety, termin struktura niewiele więcej znaczy na poziomie pełnej, wyrafinowanej teorii niż w języku potocznym.

Powyższe określenie cząstki elementarnej, choć intuicyjne, jest dalekie od precyzji. Warto jednak zaznaczyć, iż cząstki elementarne, nawet zlokalizowane (przy nieokreślonym pędzie), nie są obiektami punktowymi, lecz są w jakiś sposób rozciągnięte w przestrzeni w obszarach rzędu 10^{-13} cm.

Tak więc pojęcie siły vitalnej możemy zastąpić z powodzeniem fizycznym pojęciem biopola, rozumiejąc przez nie wytworzenie się na ultrastrukturach komórkowych specyficznych warunków przestrzenno-czasowych dla przebiegu szybkich i ukierunkowanych reakcji, a zwłaszcza dla wystąpienia takich form pobudzania elektronowego i transmisji energii, jakie poza tymi strukturami byłyby bardzo mało prawdopodobne.

W biosferze następują nieustannie periodyczne procesy elektromagnetyczne o częstotliwościach pokrywających cały znany nam obszar widma elektromagnetycznego. Z tego też względu można z góry założyć, że dowolny wycinek tego naturalnego widma elektromagnetycznego odegrał określoną rolę w ewolucji żywych organizmów.

Można powiedzieć, że każda część widma w większym lub w mniejszym stopniu jest aktywna biologicznie. Wydają się być prawdopodobne trzy rodzaje takiej aktywności:

- 1) wpływ procesów elektromagnetycznych, zachodzących w zewnętrznym środowisku na funkcjonowanie organizmów żywych,
- 2) udział w aktywności życiowej organizmów procesów elektromagnetycznych zachodzących w nich samych,
- 3) wzajemne powiązanie elektromagnetyczne między organizmami.

Fotobiologia zajmuje się nie tylko reakcją organizmów żywych na promieniowanie podczerwone, świetlne i nadfioletowe, ale także rolą tych promieniowań w procesach zachodzących wewnątrz organizmów

i „świetlnym wzajemnym działaniem” między organizmami. Radiobiologia, jak dotychczas, zajmuje się jedynie działaniem biologicznym promieniowania rentgenowskiego i gamma, ale odkryto już tak zwaną „radiację wewnętrzną”, chociaż nie wyjaśniono jej roli w procesach biologicznych. Niektóre niedawno przeprowadzone badania wskazują na możliwość istnienia wzajemnych więzi między organizmami [2, 3].

W całości problematyka aktywności biologicznej pola elektromagnetycznego (PEM), zaczęła się konkretyzować dopiero w ostatnich latach, chociaż badania oddzielnych aspektów tej problematyki prowadzi się od dawna. Z doświadczeń Galwaniego, przeprowadzonych w XVIII w., zaczęła się rozwijać elektrofizjologia (elektrobiologia), zajmująca się między innymi reakcją żywych organizmów na podrażnienia elektryczne. Stosując przyjętą tutaj terminologię, można powiedzieć, że elektrofizjologia bada pierwszy i drugi rodzaj biologicznej aktywności PEM głównie w paśmie małych częstotliwości i z zasady przy kontaktowym doprowadzeniu (i odprowadzeniu) energii elektrycznej. Należy zaznaczyć, że Galwani pierwszy odkrył elektryczne oddziaływanie „na odległość” organizmu umieszczonego w pewnej odległości od iskry wytwarzanej przez maszynę elektrostatyczną. Takie doświadczenia z elektrycznym podrażnieniem nerwu na odległość były prowadzone również w końcu XIX w. W tym czasie pojawiły się pierwsze doniesienia o biologicznych efektach pola magnetycznego i pól wielkich częstotliwości. A w roku 1905 ukazała się dwutomowa monografia W. J. Danielewskiego [4], w której rozpatrzono eksperymentalne i teoretyczne podstawy biologicznego działania PEM na różne struktury — od komórek do kompletnych organizmów.

W latach 1930—1940 nastąpił znaczny rozwój badań działania PEM wielkich i ultra wielkich częstotliwości na organizm człowieka i zwierząt. Wtedy badacze spotkali się z dwoma rodzajami biologicznych efektów PEM. Wyraźnie widoczny był efekt cieplny — nagrzewanie tkanek organizmu lub biosubstancji *in vitro* pod działaniem PEM dość wysokich natężeń. Mniej sprecyzowane były efekty, których nie można było objaśnić, przyjmując jedynie zjawisko nagrzewania, a także efekty działania PEM niskich natężeń, przy których nie stwierdza się nagrzewania tkanek. Podobne efekty „niecieplne” (które niezręcznie nazwano „specyficznymi”) obserwowano głównie jako reakcję całych organizmów; rzadziej na organach izolowanych i prawie nigdy w doświadczeniach z roztworami makromolekularnymi *in vitro*.

Ewentualna rola PEM w żywej przyrodzie była kategorycznie negowana z następujących względów rozumowania teoretycznego. Dowolny możliwy wpływ PEM na obiekty biologiczne, jak i na podobne im pod względem właściwości elektrofizycznych obiekty martwe powinien być wyjaśniony określonym energetycznym wzajemnym oddziaływaniem PEM z otoczeniem, tzn. przekształceniem energii elektromagnetycznej na inne formy energii PEM. Jednakże przekształcenie energii PEM w inne jej formy w tkankach żywych może być związane tylko z takimi procesami, jak w analogicznych ze względu na skład roztworowych elektroliatów. Energia kwantów w zakresie PEM jest wystarczająca tylko do tego, aby spowodować w środowiskach analogicznych drgania naładowanych cząsteczek jako całości — jonów, molekuł dipolowych, miceli koloidalnych. Z takimi procesami związane jest równocześnie prawdopodobieństwo wzajemnego oddziaływania PEM z ośrodkami biologicznymi, któremu towarzyszy przekształcenie energii elektromagnetycznej.

Dotychczas uzyskane dane eksperymentalne o zmianach procesów

fizjologicznych w całych organizmach pod działaniem znacznie słabszych PEM, uznano za niewystarczające z następujących powodów: po pierwsze dlatego, że w podobny sposób mogą reagować organizmy na inne bodźce zewnętrzne i stąd nie ma podstaw do mówienia o „specyficznym” biologicznym działaniu PEM; po drugie, jeśli takie działanie występowało, to powinno być wyraźnie ujawnione w doświadczeniach z fizykochemicznymi jednorodnymi ośrodkami lub w krańcowym przypadku w doświadczeniach z prostszymi systemami biologicznymi, czego jednak nie udało się udowodnić. Do takich wniosków o niemożliwości występowania biologicznych efektów słabych PEM doszli fizycy.

Mimo tych katerycznych wniosków biolodzy i fizycy prowadzili prace, aby od strony eksperymentalnej rozpoznać biologiczne działanie PEM i stałego pola magnetycznego przy natężeniach o wiele niższych niż wynikało to z ocen teoretycznych. W ostatnim dziesięcioleciu prace te doprowadziły do pozytywnych rezultatów, które dawały podstawy, aby przypuszczać, że naturalne PEM w sposób widoczny znalazły swoje miejsce w procesie ewolucji żywej przyrody i odgrywają istotną rolę w procesach żywych organizmów. Jak nie wspomnieć w związku z tym słów Szent Györgyi’ego [5], że biolog uzależniony jest od pomocy udzielanej przez fizyków, ale powinien być bardzo ostrożny, kiedy mówią, że rezultaty badań bądź zjawiska są nieprawdziwe.

Badania biologiczne wykazały, że również organizmy — od jednokomórkowych do człowieka — są wrażliwe na stałe pole magnetyczne PEM różnych częstotliwości przy działaniu energii dziesiątek razy (?) mniejszych od przewidywanych teoretycznie. Stąd też oceny oparte na koncepcji energetycznego wzajemnego oddziaływania PEM z zewnętrznym otoczeniem są niewystarczające. Sprzeczność tej koncepcji udowodniła, że zamiast przewidywanej proporcjonalnej zależności efektów biologicznych od natężenia działających PEM wykazano doświadczalnie całkowicie inne zależności. Okazało się, że w jednych sytuacjach reakcje żywych organizmów na PEM występują tylko przy niektórych „optymalnych” natężeniach, w drugich — efekty nasilają się przy zmniejszeniu natężenia działających PEM, w trzecich — przy małych i dużych natężeniach reakcje są przeciwnie w swoim charakterze. Stwierdza się również „kumulacyjne” efekty biologiczne, powstające w rezultacie wielokrotnie powtarzającego się działania PEM znacznie słabszych od progowych dla jednorazowego działania pola.

Koncepcji wzajemnego oddziaływania energetycznego przeczy i ten fakt, że przy takich samych średnich energiach PEM, pochłanianych w tkankach organizmów, charakter reakcji wyraźnie zależy od rodzaju modulacji PEM, od kierunków elektrycznego i magnetycznego wektora PEM w odniesieniu np. do osi ciała zwierzęcia.

Z tego powodu wynika potrzeba zasadniczo nowego teoretycznego podejścia do problemu aktywności biologicznej PEM, które by nie przeczyło wynikom doświadczeń i dodatkowo mogłoby stanowić podstawę do ich interpretacji, do ujawniania odpowiednich mechanizmów. Taką właśnie interpretację przyjęto na podstawie teorii informacji.

Zastosowanie tej teorii w biologii wykazało, że na równi z energetycznym wzajemnym oddziaływaniem w procesach biologicznych ważną (jeśli nie główną) rolę odgrywają informacyjne oddziaływania wzajemne. Takie wzajemne oddziaływania charakteryzują się przekształcaniem informacji, jej nadawaniem, kodowaniem, zapamiętywaniem. Efekty biologiczne, uwarunkowane tymi wzajemnymi oddziaływaniami, zależą już

nie od ilości energii wniesionej do określonego systemu, lecz odniesionej do niego informacji. Sygnał niosący informację wywołuje tylko redystrybucję energii w samym systemie, sterując zachodzącymi procesami. Jeśli czułość systemów odbiorczych jest dostatecznie wysoka, przekazywanie informacji może zachodzić na poziomie bardzo małych energii. Informacja może gromadzić się w systemie przy wielokrotnym powtarzaniu słabych sygnałów (tzw. interakcji).

Zacznijmy od przypomnienia definicji, co to jest proces informacji i informacja. Najbardziej trafna, naszym zdaniem, jest definicja podana przez E. Kowalczyka [6].

Proces informacyjny zachodzi wtedy, gdy „zmiana stanu” jednego obiektu (nadajnik) wpływa na zmianę stanu drugiego obiektu (odbiornik), pozostającego w stanie celowego działania — informacja w tym procesie to „czynnik” powodujący „zmianę stanu” celowego działania odbiornika.

A więc, aby można było mówić o informacji, potrzebny jest „obiekt pozostający w stanie celowego działania”, który decyduje o tym, czy oddziaływanie innego obiektu jest dla niego informacją czy nie. Jest to logiczne przy założeniu, że rozróżniamy pojęcia: wiadomości i informacji, przy czym wiadomość — to pewien układ znaków (sygnałów, symboli) zorganizowany według pewnego prawa, według którego zakodowana jest w wiadomości określona „treść”, czyli „odbicie” pewnego wycinka rzeczywistości. Z pojęciem informacji związana jest więc:

- 1) treść (odbicie rzeczywistości),
- 2) nośnik tej treści, czyli wiadomość, na którą składa się: pewne prawo (kod) i określone zjawisko fizyczne, materialne; na bazie tego zjawiska realizowane jest kodowanie treści (materializacja kodu),
- 3) znaczenie tej treści dla odbiornika, a ściślej jej użyteczność w jego celowym działaniu.

Wartość treści — wartość informacji — ocenia sam odbiornik w zależności od tego, o ile na jej podstawie może zbliżyć się do realizowanego przez siebie celu. Ta sama treść ma w zasadzie inną wartość dla każdego odbiornika.

Nie każde oddziaływanie „obektu” na „obiekt” czy układu na układ ma charakter procesu informacyjnego. Ocena jednak, czy mamy do czynienia z procesem informacyjnym, czy nie, jest często bardzo trudna, trudna też jest niekiedy ocena „stanu celowego działania”.

Procesom przekazywania informacji, jak zostało powiedziane, towarzyszą przemiany energetyczne, materialne (w sensie np. przemieszczania się masy) itp.

Informacyjną stronę wzajemnego oddziaływania PEM z obiektami biologicznymi należy oczywiście rozpatrywać w połączeniu z takimi wyraźnie energetycznymi efektami jak ciepłny. Trzeba jednak pamiętać, że efekty te związane są nie tylko ze wzrostem energii kinetycznej chaotycznego ruchu cząsteczek, jak przy typowym nagrzewaniu, ale również z koherentnymi drganiemolekuł i jonów z częstotliwością działającego PEM. Przy obecności w systemach biologicznych warstw molekuł spolarzowanych i uporządkowanych przemieszczeń mikrocząsteczek, taki rytm ciepłny wprowadzony z zewnątrz w ogólnym przypadku można rozpatrywać jako wprowadzoną do systemu „fałszywą” informację.

Jest tym bardziej niezbędne podejście od strony teorii informacji do biologicznego działania PEM bardzo słabych nateżeń, przy których jakiegokolwiek efekty ciepłne są niemożliwe. W oparciu o informacyjne wzajemne oddziaływanie PEM z systemami biologicznymi można wyjaśnić

wysoką wrażliwość żywych organizmów na pole elektromagnetyczne w zależności od jego natężenia i modulacji.

W oparciu o konkretne fakty można stwierdzić, że wszystkie te właściwości reakcji żywych organizmów na pole elektromagnetyczne związane są z określonymi systemami biologicznymi ukształtowanymi w procesie ewolucji w celu odbioru informacji ze środowiska zewnętrznego. To właśnie założenie znajduje już potwierdzenie doświadczalne. Ustalono, że periodyczne zmiany naturalnych PEM środowiska zewnętrznego wykazują regulacyjny wpływ na funkcjonowanie przyrody żywej: na rytmy podstawowych procesów fizjologicznych, na zdolność zwierząt do orientowania się w przestrzeni, na procesy rozmnażania itp.

W żywym organizmie systemy odbioru informacji przekazywanych za pośrednictwem PEM skutecznie są zabezpieczane przed naturalnymi zakłóceniami elektromagnetycznymi, ale przy patologicznych zmianach w organizmach, spontaniczne akcje PEM (przy wybuchach słonecznych, wyładowaniach burzowych) naruszają regulację procesów fizjologicznych.

Można sądzić, że szerokość pasmowa promieniowania biologicznego pokrywa się z poziomem organizacyjnym życia. Ilość informacji przesyłanej jest zależna od szerokości pasma, stąd połowym wyrazem stopnia organizacji życia powinno być poszerzenie emitowanego pasma.

Naszym zdaniem, przyszła systematyka będzie opierać się na nowym, bardziej obiektywnym parametrze taksonomicznym, mianowicie na badaniu zakresu i szerokości emitowanego pasma. Parametr ten, być może, będzie wskaźnikiem stopnia ewolucji. Na kilku poziomach biologicznych — kwasów nukleinowych układu ekto- i endoplazmy, poszczególnych komórek całych organizmów, jak serce i mózg, powierzchni skóry, spotykamy się z emisją promieniowania elektromagnetycznego w szerokim zakresie długości fal od ultra fioletu poprzez podczerwień do fal radarowych i długich fal radiowych, sięgających tysięcy metrów. To promieniowanie można nazwać polem biologicznym.

Chemiczne tło procesów określanych dotychczas życiem wg Sedlaka [7], mieści się również w ich półprzewodnikowym charakterze. Stany akceptorowe i donorowe traktują się w półprzewodnikach jako reakcje chemiczne, nie wyłączając przejść syngletowo-trypletowych. Te przejścia elektronowe stanów wzbudzonych czyni się odpowiedzialnymi za powstawanie centrów promieniowania elektromagnetycznego. Zrozumiała staje się ustawiczna wymiana atomów struktury na „nowe”. Niemal każde odszczepienie i związanie atomów łączy się z produkcją fotonów. Odbudowa elementów składowych struktury mieści się prawdopodobnie w całokształcie elektromagnetycznego zapotrzebowania życia. Reakcje chemiczne być może są tylko okazją produkcji kwantów promieniowania. Można powiedzieć, że promieniowanie elektromagnetyczne należy do istoty życia.

W konsekwencji życie, według Sedlaka [8], jest złożonym układem biofizycznym podlegającym prawom fizycznym i biologicznym środowiska wewnętrznego i zewnętrznego. Siłą napędową życia jest energia elektromagnetyczna w różnych postaciach.

Niewątpliwym jest wpływ środowiska na organizm człowieka. Wpływ ten został opisany w interesującej książce H. Mikołajczyka [9] pt.: „Pola elektromagnetyczne”, do której autorzy odsyłają zainteresowanych. Jednakże, aby dobrze poznać mechanizm oddziaływania pól elektromagnetycznych, należałoby wprowadzić do planu badań biologicznych bioelektronikę.

LITERATURA

- [1] Liwienczew N. M. — *Fizyka dla medyków i biologów*. PWN W-wa 1964.
- [2] Władimirow J. A. — *Stabe świecenie biochemicznych reakcji*. Nauka, Moskwa 1966.
- [3] Presman A. S. — *Pole elektromagnetyczne a żywa przyroda*. PWN W-wa 1971.
- [4] Danilewski W. — *Beobachtungen über eine subjective Lichtempfindung in variablen magnetische Felde*. Pflügers Arch. 108, 513, 1905.
- [5] Szent Györgyi A. — *Wstęp do biologii submolekularnej*. PWN W-wa 1968.
- [6] Kowalczyk E. — *Prace Instytutu Łączności*, 3, 3, 1975.
- [7] Sedlak W. — *Kosmos* 5, 514, 1974.
- [8] Sedlak Wł. — *Kosmos* 2, 165, 1969.
- [9] Mikołajczyk H. — *Pola elektromagnetyczne*. PWN W-wa 1974.

ROZPROSZENIE ŚWIATŁA JAKO METODA WYZNACZANIA MASY CZĄSTECZKOWEJ POLIMERÓW I BIOPOLIMERÓW

WSTĘP

Znajomość masy cząsteczkowej polimerów i biopolimerów jest dla chemii polimerów, biofizyki i biochemii sprawą o podstawowym znaczeniu. Istnieje szereg metod wyznaczania tej masy jak pomiary lepkości, dyfuzji, sedimentacji i rozproszenia światła. Rozproszenie światła jest bezpośrednią metodą wyznaczania masy cząsteczkowej. W odróżnieniu od innych metod operuje ona makrocząsteczką w spoczynku (biorąc udział w nieuporządkowanym ruchu cieplnym) i jest wolna od jakichkolwiek założeń o jej hydrodynamicznych własnościach.

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA TEORII

Rozproszenie światła w roztworach wywołane jest fluktuacjami stężenia w różnych objętościach roztworu [2, 5, 8, 10].

Intensywność rozproszenia jest proporcjonalna do iloczynu liczby cząsteczek rozpuszczonych w roztworze przez kwadrat ich średniej dodatkowej polaryzowości $\bar{\alpha}$

$$I \sim N_0 (\bar{\alpha})^2 \quad (\text{I})$$

gdzie N_0 — liczba cząsteczek w cm^3 objętości.

Wielkość $\bar{\alpha}$ można otrzymać w sposób niezależny przez pomiar różnicy współczynników załamania Δn roztworu i rozpuszczalnika

$$\Delta n \sim N_0 \bar{\alpha}$$

gdzie $\Delta n = n - n_0$

n_0 — współczynnik załamania światła dla czystego rozpuszczalnika.

Stężenie c roztworu jest związane z N_0 oczywistym związkiem

$$c = N_0 m = N_0 \frac{M}{N_A} \quad (\text{II})$$

m — masa jednej cząsteczki

M — ciężar cząsteczkowy substancji

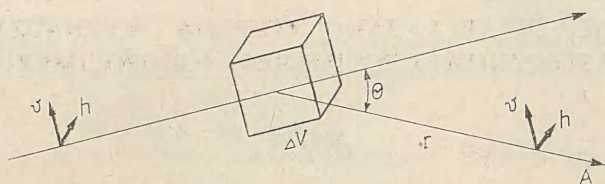
N_A — liczba cząsteczek w gramocząsteczce

$$I \sim N_0 \left(\frac{\Delta n}{N_0} \right)^2 \sim \left(\frac{\Delta n}{c} \right)^2 c M \quad (\text{III})$$

$$I = HcM$$

H — stała układu polimer — rozpuszczalnik

Rysunek 1 przedstawia wiązkę padającą i rozproszoną przez małą objętość ΔV pod kątem θ .



Rys. 1. Rozproszenie fali świetlnej na elemencie objętości ΔV pod kątem θ
v i h składowe: pionowa i pozioma wektora elektrycznego fali świetlnej

W punkcie A odległym o r od objętości rozpraszającej natężenie wiązki rozproszonej można wyrazić równaniem:

$$I(\theta) = \frac{16\pi^4 I_0 \Delta V}{\lambda_0^4 r^2} (N_0 \bar{\alpha})^2 P(\theta) \quad (IV)$$

λ_0 — długość fali światła padającego i rozproszonego

I_0 — natężenie wiązki padającej

$P(\theta)$ — funkcja kąta rozproszenia

W celu przekształcenia wzoru (IV) wprowadzimy pojęcie natężenia zredukowanego, zwanego często stosunkiem Rayleigha.

$$I_\theta = \frac{I(\theta) r^2}{I_0 \Delta V} = \frac{16\pi^4}{\lambda_0^4} (N_0 \bar{\alpha})^2 P(\theta) \quad (V)$$

Dla małych stężeń zmiany współczynnika załamania roztworu wyraża się wzorem:

$$n^2 - n_0^2 = 4\pi N_0 \bar{\alpha}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{4\pi N_0} (n + n_0)(n - n_0) = \frac{1}{4\pi N_0} 2n_0 \Delta n$$

Ze względu na małe stężenie $n + n_0 \approx 2n_0$

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{2\pi N_0} n_0 \frac{\Delta n}{c} = \frac{Mn_0}{2\pi N_A} \frac{dn}{dc}$$

Podstawiając do (V) i uwzględniając (II) otrzymujemy:

$$I_\theta = \frac{4\pi^2 n_0^2}{\lambda_0^4 N_A} \left(\frac{dn}{dc} \right)^2 cMP(\theta) \quad (VI)$$

Porównując ze wzorem (III) określamy:

$$H = \frac{4\pi^2 n_0^2}{\lambda_0^4 N_A} \left(\frac{dn}{dc} \right)^2 \quad (VII)$$

Wielkość ta jest stała dla danego układu polimer-rozpuszczalnik.

Ostatecznie otrzymujemy ogólne wyrażenie:

$$I = HcMP(\theta) \quad (\text{VIII})$$

Wzór ten stanowi podstawę do wyznaczania masy cząsteczkowej substancji rozpuszczonej.

ROZPROSZENIE ŚWIATŁA W ROZTWORACH MAŁYCH CZĄSTECZEK IZOTROPOWYCH

Za małe należy uważać cząsteczki, których wymiary w roztworze nie przekraczają $\lambda/20$. W takich warunkach rozproszenie światła przez wszelkie elementarne ośrodki cząsteczki można uważać za przebiegające w jednej i tej samej fazie, a intensywność rozproszenia światła przez cząsteczkę jest równa sumie intensywności rozproszenia przez wszystkie jej oscylatory.

Jeśli funkcji $P(\theta)$ przypisać indeksy v, h, u gdzie

v — polaryzacja pionowa światła padającego

h — polaryzacja pozioma światła padającego

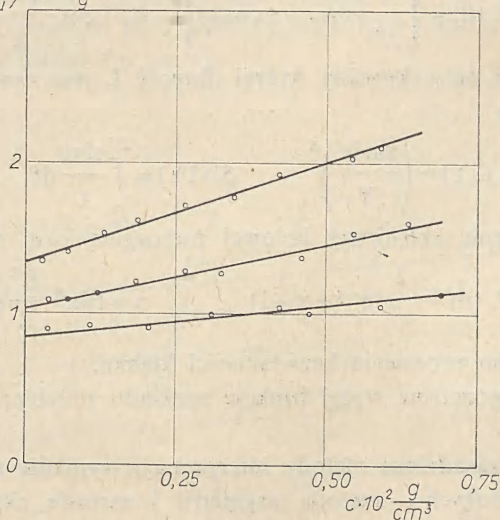
u — niespolaryzowane światło padające

to:

$$P_v(\theta) = 1; P_h(\theta) = \cos^2 \theta; P_u(\theta) = \frac{1}{2}(1 + \cos^2 \theta)$$

Natężenia zredukowane rozproszeń można określić odpowiednimi wyrażeniami:

$$\left(\frac{cH}{2I_{90^\circ u}} \right) \cdot 10^6 \frac{\text{mol}}{\text{g}}$$



Rys. 2. Przykład graficznej ekstrapolacji wielkości $\frac{cH}{2I_{90^\circ u}}$ do $c=0$

$$I_{\theta v} = HcM; I_{\theta h} = HcM \cos^2 \theta; I_{\theta u} = \frac{1}{2}HcM(1 + \cos^2 \theta)$$

Szczególnie ważne są dla praktyki rozproszenia pod kątem 90° :

$$I_{90^\circ u} = \frac{1}{2}HcM \text{ lub } I_{90^\circ v} = HcM$$

Aby określić ciężar cząsteczkowy mierzy się $I_{90^\circ u}$ dla kilku stężeń, a następnie na wykresie zależności $\frac{cH}{2I_{90^\circ u}}$ od c przeprowadza się ekstrapolację do $c=0$.

Ekstrapolację tę należy przeprowadzić, ponieważ z założenia teorii wynika brak oddziaływania między cząsteczkami, co zachodzi przy stężeniach nieskończenie małych. Odcinek osi rzędnych, odcięty przez prostą, jest równy odwrotności ciężaru cząsteczkowego (Rys. 2), stąd:

$$M = \left(\frac{cH}{2I_{90^\circ u}} \right)_{c=0}^{-1}$$

ROZPROSZENIE ŚWIATŁA W ROZTWORACH DUŻYCH CZĄSTECZEK IZOTROPOWYCH

Jeśli wymiary cząsteczek w roztworze osiągają i przekraczają wartość $\lambda/20$, nie można już zakładać, że oscylatory znajdujące się w różnych punktach cząsteczek drgają w jednej fazie. Rozproszone przez nie fale ulegają interferencji, co zmniejsza ogólną intensywność rozproszenia.

Postać funkcji $P(\theta)$, określającej rozkład kątowy natężenia światła rozproszonego przez cząsteczkę i roztwór, zależy od struktury wewnętrznej cząsteczki.

Dla cząsteczki kulistej o średnicy D funkcja $P_v(\theta)$ jest równa:

$$P_v(\theta) = \left[\frac{3}{z^3} (\sin z - z \cos z) \right]^2 \quad z = \frac{2\pi D}{\lambda} \sin \frac{\theta}{2}$$

Dla cząsteczki pałeczkowatej, której długość L jest znacznie większa niż wymiary poprzeczne

$$P_v(\theta) = \frac{1}{Y} \text{Si}(2Y) - \left(\frac{\sin Y}{Y} \right)^2 \quad \text{Si}(2Y) = \int_0^{2Y} \frac{\sin t}{t} dt \quad Y = \frac{2\pi L}{\lambda} \sin \frac{\theta}{2}$$

Dla statystycznie skłębionej liniowej nierozgałęzionej makrocząsteczki

$$P_v(\theta) = \frac{2}{x^2} (e^{-x} + x - 1) \quad x = 16\pi^2 \frac{R^2}{2} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

R^2 jest kwadratem promienia bezwładności kłębaka.

Wszystkie przytoczone wyżej funkcje rozkładu przybierają wartość równą jedności dla $\theta=0$.

Istnieją dwie zasadnicze metody interpretacji wyników pomiarów dla roztworów cząsteczek dużych — metoda asymetrii i metoda ekstrapolacji podwójnej.

Metoda asymetrii. Wartość funkcji $P_v(\theta)$ umożliwia obliczenie wartości asymetrii istotnej rozproszenia:

$$z = \left(\frac{I_{45^\circ}}{I_{135^\circ}} \right)_{c=0}$$

dla cząsteczek o różnym kształcie w zależności od ich względnych wymiarów D/λ . Wartość asymetrii istotnej z wyznacza się zwykle na podstawie ekstrapolacji gra-

ficznej do $c=0$ wielkości $\frac{1}{z-1}$ mierzonej dla kilku roztworów o malejących stężeniach. Korzystając z odpowiedniej tablicy lub wykresu oraz znając wartość z można określić względne wymiary cząsteczek w roztworze, a także czynnik $P_v^{-1}(90^\circ)$, niezbędny do obliczeń ciężaru cząsteczkowego. Ten ostatni oblicza się ze wzoru:

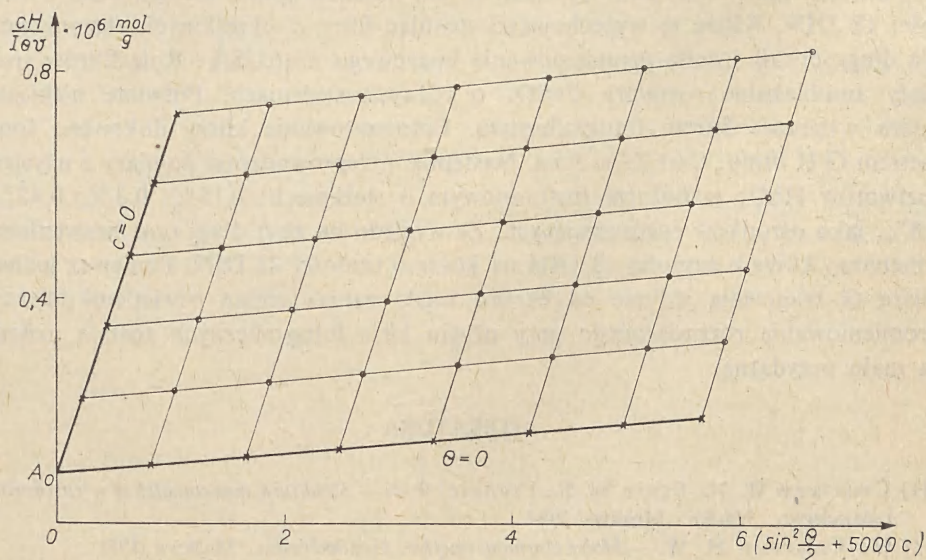
$$M = \left(\frac{cH}{2 I_{90^\circ u}} \right)_{c=0}^{-1} P_v^{-1}(90^\circ)$$

wielkość $\left(\frac{cH}{2 I_{90^\circ u}} \right)_{c=0}^{-1}$ otrzymaną na podstawie ekstrapolacji graficznej nazywa się pozornym ciężarem cząsteczkowym.

METODA EKSTRAPOLACJI PODWÓJNEJ

Na własności funkcji rozkładu $P_v(0^\circ)=1$ opiera się zaproponowana przez Zimma [11, 12] metoda interpretacji danych z rozproszenia światła, która otrzymała nazwę metody ekstrapolacji podwójnej. Zgodnie z tą metodą mierzy się $I_{\theta v}$ dla szeregu stężeń i rozmaitych kątów rozproszenia θ , a następnie kreśli wykres

zależności wielkości $\frac{cH}{I_{\theta v}}$ od złożonego argumentu $\sin^2 \frac{\theta}{2} + kc$. Następnie przeprowadza się ekstrapolację wyników pomiaru do $c=0$ przy każdym z kątów θ , oraz do kąta $\theta=0$ wszystkich pomiarów przy każdym stężeniu c . Siatkę, którą się w ten sposób otrzymuje, przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Przykład podwójnej graficznej ekstrapolacji metodą Zimma

Współrzedną początkową $A_0 = \frac{cH}{I_{0v}} \Big|_{\substack{c=0 \\ \theta=0}}$ otrzymuje się jako punkt przecięcia dwóch krzywych ekstraloplacji $c=0$ i $\theta=0$ i określa rzeczywistą wartość ciężaru cząsteczkowego:

$$M = \left(\frac{cH}{I_{0v}} \right)^{-1} \Big|_{\substack{c=0 \\ \theta=0}} = \frac{1}{A_0}.$$

NIEKTÓRE PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ W BADANIACH BIOPOLIMERÓW

Metoda rozproszenia światła jest szczególnie dogodna do wyznaczania mas cząsteczkowych w zakresie 10^5 — 10^7 . Znalazła więc ona zastosowanie w badaniach nad cząsteczkami białka [1]. Za pomocą tej metody Steiner [6], a także Doty i Mayers [7] odkryli tworzenie się wyższych polimerów insuliny. Podobnie Tinoco [8] określił wartość pH i siły jonowej, przy których — chymotrypsyna jest monomerem. Noren, Chien-Ho i Casassa [9] badali zmiany masy cząsteczkowej Hb i HbCO jako funkcję siły jonowej roztworu. Zastosowali oni laser He-Ne jako źródła światła. Przy użyciu lasera He-Ne określał również Strassburger [7] zmianę masy cząsteczkowej zdegradowanego ultradźwiękami DNA, który wiązał netropsynę i przechodził w DNA-Nt.

Metoda rozproszenia światła może również znaleźć zastosowanie, jak to wykazał Edsall [5] i współpracownicy, do badania kinetyki procesów biochemicznych.

SPOSTRZEŻENIA Z DOŚWIADCZEŃ

Do badań własnych użyto układu rozpraszającego z laserem He-Ne jako źródłem światła. Rolę detektora spełniała w tym układzie klisza fotograficzna o czułości 18 DIN. Kliszę tę wycechowano stosując filtry o określonych ekstynkcjach dla długości fali światła promieniowania laserowego $\lambda = 6328\text{\AA}$. Rolę filtrów spełniały amoniakalne roztwory CuSO_4 o różnych stężeniach. Poświatę niebieską lasera wycinano filtrem fotograficznym. Fotometrowanie kliszy dokonano fotometrem G II firmy: Carl Zeiss Jena. Następnie przeprowadzono pomiary z użyciem roztworów HbO_2 w buforze fosforanowym o stężeniach: 0.15%; 0.3%; 0.45%; 0.6%, jako ośrodków rozpraszających. Ze względu na zbyt długi czas naświetlania zmieniono kliszę o czułości 18 DIN na kliszę o czułości 22 DIN. Ponieważ jednak klisza ta reagowała jedynie na bardzo wąski zakres zmian oświetlenia detekcja promieniowania rozproszonego przy użyciu klisz fotograficznych została uznana za mało przydatną.

LITERATURA

- [1] Cwietkowi W. N., Eskin W. E., Frenkiel S. J. — *Struktura makromolekul w roztworach*. Izdatelstwo „Nauka” Moskwa 1964.
- [2] Wołkensztejn H. W. — *Molekularnaja optyka*. Gostiechizdat, Moskwa 1951.
- [3] Stuart H. A. — *Die Physik der Hochpolymeren*. Springer Verlag, 1953.
- [4] Stacey K. — *Light-scattering in Physical Chemistry*. London, 1956.

- [5] *A Laboratory manual of analytical methods of protein chemistry*. Pergamon Press 1960—1961.
- [6] Steiner R. F. — *Thermodynamics of the association of the insulin monomer*. Arch. Biochem. Biophys., 44, 120, 1953.
- [7] Doty P., Mayers G. E. — *Thermodynamics of the association of insulin molecules*. Disc. Faraday Soc.: 13, 51, 1953.
- [8] Tinoco J. — *The polymerization of enzymically active chymotrypsin*. Arch. Biochem. 66, 427, 437, 1957.
- [9] Noren I. B., Chien-He, Casassa E. F. — *A Light scattering study of the effect of sodium chloride on the molecular weight of human adult hemoglobin*. Biochemistry vol. 10, no 17, 1971, 3222—3229.
- [10] Strassburger J. — *Light scattering of DNA — netropsin complexes*. Studia Biophysica, Berlin, Band 45, 1974, 121—129.
- [11] Zimm B. H. — *The scattering of light and the radial distribution function of high polymer solutions*. J. chem. phys. 16, 1093—1099, 1948.
- [12] Zimm B. H. — *Apparatus and methods for measurement and interpretation of the angular variation of light scattering*. J. chem. phys. 16, 1099—1116, 1948.

PASOŻYTY A EKONOMIKA PRODUKCJI ZWIERZĘCEJ

Energetyczne potrzeby ludności świata w 90% kalorii zaspokajane są żywnością roślinną, a tylko w 10% produktami spożywczymi pochodzenia zwierzęcego. Oprócz składników energetycznych w pożywieniu człowieka musi być też białko — podstawowe podłoże życia protoplazmy. Głód świata — to głód białka! O narastaniu tego głodu świadczy najlepiej wzrost nasilenia i rozprzestrzenienia wśród ludzi wszystkich kontynentów chorób z niedoboru białka. Niedorozwój umysłowy, będący wynikiem niedożywienia białkowego, obserwowany jest coraz powszechniej. „Dlatego też, nie lekceważąc w pożywieniu składników energetycznych, niedobór białka należy uznać za podstawowy niedostatek żywienia w skali światowej” [3].

Dla prawidłowego żywienia człowieka nie jest obojętny też rodzaj białka. Szczególnie wartościowe, łatwiej strawne, o odpowiedniej budowie cząstek jest dla człowieka białko zwierzęce. A tymczasem w spożywanych rocznie przez ludność świata 120—130 mln t białka, zaledwie ok. 20% to białko zwierzęce (mleko, mięso, jaja, ryby).

Produkcja zwierzęca jest droga, a koszty jej ustawicznie nadal rosną. Nic więc dziwnego, że w ostatnim 20-leciu produkcja mięsa w krajach rozwijających się wzrosła minimalnie, w rozwiniętych zaś — dość znacznie, ale w wyniku ogromnej intensyfikacji hodowli, przy której coraz więcej zboża zużywa się na paszę (USA i Wspólny Rynek — 60—70%, kraje biedne, rozwijające się 2—5%).

Na wyprodukowanie 1 kg białka zwierzęcego zużywa się kilkakrotnie więcej białka zawartego w paszach (białka wołowiny — 6—8×, wieprzowiny — 4,5—5,5×, a mleka — 2,5—3,5×).

Przy okazji warto przypomnieć, że zużycie paszy pierwotnej do produkcji białka rybiego jest jeszcze wyższe. Na przykład na wyprodukowanie tuńczyka o wadze ok. 50 kg trzeba ok. 500 t fitoplanktonu! A więc ekstensywne gospodarowanie zasobami wód (głównie mórz) jest o wiele mniej efektywne od podobnej gospodarki na lądzie. Malejące z roku na rok połowy ryb na świecie są wyraźnym ostrzeżeniem, że rabunkowa gospodarka w morzach i oceanach może doprowadzić do katastrofalnego obniżenia wydajności tych źródeł białka zwierzęcego.

Ujmując statystycznie, według norm ludzkich, zapotrzebowanie pokarmowe zwierząt hodowlanych można wyliczyć, że obecnie kraj nasz dostarcza białka nie dla 32,5 mln ludzi, ale dla 230 mln jednostek ludzkich o wadze 70 kg! Przytaczając to przeliczenie Stefan Poznański [3] podaje, iż odpowiednio USA produkują białko dla 1400 mln, ZSRR — dla 15 000 mln, Kanada zaś dla 150 mln. A dalej ten sam autor stwierdza, że w 1980 r. w Polsce będziemy musieli dostarczyć białka dla co najmniej 300 mln jednostek ludzkich o wadze dorosłego człowieka (ok. 70 kg).

Na pytanie: czy światu grozi w najbliższym czasie nieunikniony

głód? — ekonomiści, rolnicy i żywieniowcy odpowiadają zgodnie, że nie, jednak przy spełnieniu czterech podstawowych warunków:

- 1 — uruchomienia nadwyżek żywnościowych,
- 2 — upowszechniania intensyfikacji w rolnictwie światowym,
- 3 — racjonalizacji połowów w morzach i oceanach,
- 4 — stopniowego przechodzenia na przemysłową produkcję syntetycznych pasz i częściowo żywności dla ludzi.

Niestety, sytuacja dzisiejsza w tym zakresie jest niezadowolająca. „...gdyby obecne nadwyżki i nadwyżki najbliższych lat [...] zostały nawet sprawiedliwie rozdzielone, nie zlikwiduje to problemu głodu, szczególnie głodu utajonego. Potrzeby są i będą znacznie większe [...] Należałoby doprowadzić do tego, aby bogate kraje zaniechały [...] używania w hodowli nadmiernej ilości pasz...” [3].

Szczególnie niekorzystna dla gospodarki narodowej jest tzw. produkcja trzeciego rzędu, polegająca na stosowaniu w hodowli i chowie zwierząt większych ilości pasz pochodzenia zwierzęcego (mleko, mączka rybna itp.). W tym rabunkowym systemie żywienia zwierząt, wysoko wartościowe zwierzęce białko wykorzystuje się zaledwie w ok. 30% (z 1 kg białka mleka lub ryb otrzymuje się ok. 0,3 kg białka mięsa).

Wielkim osiągnięciem naukowo-technicznym, znajdującym zastosowanie w intensyfikacji hodowli roślin i zwierząt, stale jeszcze towarzyszy ogrom strat ponoszonych przez rolnictwo s.l. Składają się na nie przede wszystkim coroczne ubytki 1/4 do 1/3 całości produkcji rolnej na skutek zniszczeń będących rezultatem wadliwego przechowywania uzyskanych produktów. Stanowi to ilość żywności kilkakrotnie przewyższająca wspomniane poprzednio nadwyżki żywnościowe świata.

Jest to wynik braku naukowych opracowań skutecznych metod magazynowania żywności. Z podobnych względów szkodniki i choroby roślin niszczą już na pniu (w skali światowej) co najmniej dalszą 1/5 zbiorów roślin uprawnych.

Na tym tle warto zdać sobie sprawę również i z tego, że poważna część pasz marnowana jest na skutek chorób jej konsumentów, a wśród tych chorób również przez inwazje pasożytnicze.

Intensyfikacji produkcji rolnej towarzyszy też nieustannie zwiększający się deficyt wody. Im więcej zbiorów z 1 ha, im więcej zwierząt na 1 ha — tym zapotrzebowanie gleby na wodę zwiększa się.

A oto ilości wody wymagane do wyprodukowania 1 kg:

pszenicy	—	300—	350 l
ziemniaków	—	600—	800 l
ryżu	—	1 500—	2 000 l
warzyw	—	3 000—	5 000 l
mleka	—	10 000 l	
mięsa	—	20 000—	50 000 l

Dalszy więc racjonalny rozwój rolnictwa będzie możliwy tylko pod warunkiem konsekwentnej ochrony środowiska i racjonalnej gospodarki zasobami wody. A przecież jedną z wielu, ale niebagatelną przyczyną marnotrawienia wody jest przedłużający się chów zwierząt gospodarskich m.in. na skutek zahamowań rozwojowych wywoływanych przez inwazje pasożytnicze. Jest to sprawa tym dla nas ważniejsza, bo Polska jest krajem najuboższym w wodę na całym obszarze Wielkiego Niziu Europejskiego, rozciągającego się od Atlantyku po Niemen. Stoimy więc wobec konieczności podjęcia energicznych, natychmiastowych przedsięwzięć porządkujących stosunki wodne kraju. Jednym z nich jest właśnie

oszczędna gospodarka wodna w rolnictwie pojętym s.l., a więc w hodowli zwierząt użytkowych.

A więc rozwój hodowli, jej ekonomiczna opłacalność zależą w głównej mierze od sprawnej ochrony zdrowia zwierząt, od skutecznego zwalczania różnorodnych chorób, a wśród nich stale jeszcze z gospodarczego punktu widzenia ważnych pasożytniczych inwazji. One to bowiem, przynosząc ogromne straty gospodarce hodowlanej, hamują jej rozwój. Ma to szczególne znaczenie dzisiaj, w dobie stopniowego upowszechniania wielkotowarowości chowu i wielkostadności hodowli zwierząt użytkowych.

Przed współczesną parazytologią weterynaryjną stoi więc zadanie likwidowania pasożytopochodnych przyczyn zahamowań rozrodczości zwierząt i ich wydajności produkcyjnej. Wymaga to od lekarzy parazytologów stosowania nowoczesnych metod i środków działania. Świadomość celowości tego postępowania, jego opłacalności jest oczywiście niezbędnym warunkiem powodzenia naszych zabiegów, jedynie bowiem świadome działanie może dać gwarancję pełni sukcesu.

Charakterystyczny dla weterynarii ekonomiczny punkt widzenia większości jej problemów znajduje szczególnie dobitny wyraz w omawianych tu sprawach. Wydaje się też oczywiste, iż w dobie poszukiwania rezerw produkcyjnych, zwrócenie uwagi na ogrom strat pasożytopochodnych może, w zakresie chowu i hodowli zwierząt stanowić klucz do ich uruchomienia.

Straty pasożytopochodne są od dawna przedmiotem zainteresowania polskich lekarzy weterynaryjnych. Liczne tego ślady znaleźć można w naszej literaturze weterynaryjnej XVIII i XIX w. [2].

Wiek XX przeobraził te zainteresowania w ścisłe obserwacje i badania mające na celu ustalenie ekonomicznych parametrów inwazji pasożytniczych. Zapowiedzią tego są m.in. obszerne studia Stefańskiego i Obi-tza nad hypodermatozą bydła z okresu międzywojennego. Jednakże właściwy rozwój badań ekonomiczno-parazytologicznych ma dopiero miejsce po II wojnie światowej. Zbiega się on też z narodzinami nowej dyscypliny — ekonomiki weterynaryjnej, której tematyka badawcza dotyczy dwóch podstawowych zespołów problemowych: 1 — prawidłowej organizacji służby weterynaryjnej i 2 — ekonomicznej oceny konsekwencji chorób zwierząt gospodarskich. Bez uwzględnienia wyników tego rodzaju badań niemożliwe jest dzisiaj prawidłowe opracowywanie realnych programów ekonomicznie zasadnych sposobów zwalczania chorób zwierzęcych.

W okresie powojennym, a więc w ciągu niespełna 32 lat ukazało się u nas ok. 100 publikacji poświęconych omawianej tu problematyce, z czego ponad połowę wydrukowano w ostatnim sześcioleciu. Ilościowo stanowi to zaledwie niewielką część ogółu publikacji weterynaryjnych. Bliższa jednak analiza wspomnianych prac pozwala stwierdzić ich prawidłowy układ tematyczny, właściwy wybór najważniejszych dla kraju problemów badawczych, dobrą zatem znajomość ważności zagadnień ekonomiczno-weterynaryjnych i hodowlanych.

Na tle tych uwag należy mocno podkreślić poważną rolę grupy parazytologów-ekonomistów, którzy wynikami swych badań wytyczyli prawidłowe kierunki uderzeniowych akcji przeciwpasożytniczych.

Wielkość strat ponoszonych przez hodowców na skutek różnych inwazji pasożytniczych przedstawiano już wielokrotnie przy różnych okazjach [4, 5, 6, 7]. Tutaj więc skoncentrujemy się na dwóch tylko zagadnieniach, dla omawianych obecnie spraw szczególnie ważnych. Pierwsze

z nich, a ściślej mówiąc pierwszy zespół zagadnień, to wpływ przemian struktury hodowli i chowu zwierząt w Polsce na sytuację inwazyjologiczną kraju. Podjęcie szczegółowych badań na ten temat pozwoli dopiero zdać sobie sprawę zarówno z sanitarnych, jak i ekonomicznych konsekwencji intensyfikacji gospodarki hodowlanej. A są to konsekwencje często diametralnie różne, inne w sektorze prywatnym, inne w społecznym, inne w hodowlach wielkostadnych a jeszcze inne w zakładach przemysłowego chowu zwierząt.

O wartości tego rodzaju badań świadczą najlepiej wyniki zespołowych prac prowadzonych od kilku lat przez badaczy akademickich ośrodków Warszawy i Krakowa nad szkodliwością żołądkowo-jelitowych robaczy owiec. Autorzy wykazali mianowicie, że nicienie żołądkowo-jelitowe, będąc jednym z ważnych czynników środowisk hodowlanych, uniemożliwiają ujawnianie się w pełni wielu cech genetycznych, co z kolei powoduje zahamowanie wzrostu i rozwoju owiec, ewidentne zmniejszenie ich przyrostów wagowych, plenności i mleczności, obniżenie wydajności rzeźnej i wartości tusz jak również strzyżnej wydajności wełny i jej jakości. Biorąc pod uwagę tylko wyniki badań dotyczących przyrostów masy ciała i strzyżnej wydajności wełny obliczono, że wspomniane nematodozy są w Polsce przyczyną rocznych strat o wartości ok. 760 mln zł. rocznie! Tak więc badania te mają poważne znaczenie gospodarcze, tym bardziej, że ich wyniki zostały wdrożone do praktyki w okresie intensyfikacji hodowli owiec, odczuwalnego braku białka zwierzęcego i wełny.

Oto jedna z ważnych dróg poszukiwania i ujawniania rezerw tkwiących w produkcyjności zwierząt. Warto też mocno zaznaczyć, że omawiane badania rozpoczęto wtedy, gdy robaczyce żołądkowo-jelitowe owiec były w naszym kraju powszechnie niezauważalne i wręcz lekceważone przez hodowców obu gospodarczych sektorów — prywatnego i społecznego.

Drugi zespół zagadnień, to udział poszczególnych rodzajów produkcyjnej szkodliwości pasożytów w ogólnym wymiarze strat ponoszonych przez gospodarkę narodową na skutek parazytoz. Problematyka ta jest przedmiotem rozważań wielu autorów [6], tutaj więc niechaj znajdą przypomnienie jedynie trzy, szczególnie ważne dla nas sprawy z nią związane.

1. Wobec ujawnienia złożoności zjawiska szkodliwego działania pasożytów, należy zwrócić baczniejszą uwagę na zmiany jakości produktów pochodzących od zwierząt dotkniętych parazytozami (mięsa, mleka, jaj, wełny itd.).

2. Za szczególnie ważną uznać trzeba sprawę zmian plenności, jałowien i pogarszania jakości potomstwa pod wpływem inwazji pasożytniczych. Tematyka ta, mieszcząca się w problemie „Wpływ pasożytów na rozrodczość żywicieli”, dotyczy bowiem przyczyn pośrednich i bezpośrednich strat hodowlanych, stale jeszcze nie znanych a więc i nie docenianych przez hodowców.

3. Nie należy też zapominać o zoonotycznym charakterze wielu parazytoz, który sprawia, że problematyka ekonomiczno-parazytologiczna musi być rozpatrywana łącznie dla weterynaryjnej i medycznej gałęzi naszej dyscypliny. Świadczą o tym doświadczenia codziennej praktyki lekarskiej oraz konieczność ogólnej społecznej oceny szkodliwości inwazji pasożytniczych.

Oto sprawy, którymi przyjdzie nam się zająć szczegółowo realizując nasze programy badawcze na najbliższą przyszłość.

Wśród różnych nauk biologicznych s.l. — parazytologia należy do

grupy dyscyplin wnoszących wiele wartości do społeczno-gospodarczego rozwoju kraju. Jest to wynikiem wielu jej właściwości, ale przede wszystkim prawidłowego organizowania przez parazytologów prac badawczo-rozwojowych w zespołach badawczych i kompleksowego rozwiązywania podstawowej problematyki poznawczej. W powstających obecnie relacjach nauka — gospodarka parazytologia weterynaryjna prezentuje stosunki, które można określić terminem „jednoczącego partnerstwa”. Stwarza to dla nas liczne i uciążliwe obowiązki, którym z powodzeniem, jak dotąd, staramy się sprostać. Wyniki naszych badań przydatne są w pełni dla wykorzystania przez praktykę w celu korzystnego zmieniania środowisk hodowlanych, nasze zdolności wdrożeniowe są jednak, jakże często hamowane przez brak zrozumienia problematyki parazytologicznej w wielu kręgach specjalistów, od współpracy z którymi zależy powodzenie wspomnianych wdrożeń.

W epoce poznawania wielu prawd o sytuacji żywnościowej świata, ale i równocześnie w czasie narodzin licznych mitów i paradoksalnych sytuacji w tym zakresie, Polska znalazła się w grupie społeczeństw sytych. Grupa ta, złożona z około pół miliarda ludzi, konsumuje 1/3 całej światowej produkcji (30 mln t) białka zwierzęcego!

Programując więc na przyszłość rozwój rolnictwa i hodowli zwierząt w naszym kraju pamiętać musimy o tej uprzywilejowanej sytuacji. Trzeba więc tak ustawić naszą politykę żywnościową aby zapewnić niezbędną produkcję białka zwierzęcego nie tylko dla nas samych, ale i na eksport. Pogląd ten znajduje zrozumienie w rządowych planach rozwoju rolnictwa, przewidujących np. osiąganie plonów na następujących poziomach (q/ha), tabela 1.

Tabela 1

Produkcja roślinna (q/ha)

Wyszczególnienie	Lata			
	1970	1975	1980	1990
Zboża	19,5	24,9	32,0	38,0
Ziemniaki	184,0	180,0	210,0	260,0
Buraki cukrowe	312,0	309,0	350,0	400,0
Oleiste	18,0	22,4	23,0	25,0
Siano łąkowe	52,8	62,9	68,0	75,0

Warto zwrócić uwagę, że średnie plony zbóż nie wyszły jak dotąd poza granicę 30 q/ha a ziemniaków — 200 q/ha. A są to przecież podstawowe składniki pasz zwierzęcych!

Tabela 2

Odpowiednie perspektywy hodowli zwierząt
Produkcja zwierzęca (mln sztuk)

Wyszczególnienie	Lata			
	1970	1975	1980	1990
Świnie	13,4	21,3	23,5	27,0
Bydło	10,8	13,2	14,7	16,5
Owce	3,1	3,1	4,0	5,0

Łoziński [1] zwraca uwagę, że skok w rozwoju trzody chlewnej w latach 1971—74 był wynikiem wykorzystania prostych rezerw hodowlanych.

Aby osiągnąć zamierzone cele hodowlane, a tym samym zapewnić w Polsce spożycie w 1980 r.:

mięsa 75—78 kg/głowę (=31—33 g białka dziennie)

mleka i jego przetworów 260—280 l/głowę (=23—25 g białka dziennie) co stanowi łącznie 54—58 g białka zwierzęcego dziennie na głowę, nie licząc spożycia jaj i ryb, wobec zapotrzebowania człowieka na to białko wynoszące 70 g/głowę/dzień (wspomniane spożycie pokryje 77—83% ogólnego zapotrzebowania na białko) — trzeba wykorzystać całą sferę ekonomiki i polityki rolnej.

Szczegółowa znajomość obecnej sytuacji naszego rolnictwa nie pozwala oczekiwać realnego złagodzenia bilansu zbożowo-pasowego wcześniej niż przed 1980 r. Poszukuje się więc nowych odmian roślin paszowych. Są to jednak przedsięwzięcia wymagające długiego czasu. Można natomiast już od zaraz, lepiej wykorzystywać aktualne zasoby pasz.

W zespole czynników umożliwiających zamierzony rozwój hodowli i chowu zwierząt użytkowych liczącą się pozycję zajmuje weterynaryjna ochrona zdrowia zwierząt, uruchamiająca olbrzymie rezerwy pasz marnowanych w ogromnych ilościach przez chore, a więc źle wykorzystujące ją zwierzęta. W tym stanie rzeczy problematyka ekonomiczna w parazytologii weterynaryjnej znajduje bliskie powiązania z zoologicznym charakterem weterynarii, na barkach której spoczywa dzisiaj wielka odpowiedzialność za zabezpieczenie dostatku żywności dla ludzkości a równocześnie za ochronę i odpowiednie przekształcanie środowisk hodowlanych a tym samym i ochronę środowiska bytowania człowieka.

Parazytologowie weterynaryjni muszą włączyć swe wysiłki do usprawniania ekotechnicznych zabiegów w produkcji żywności. Od nich też w dużej mierze zależeć będzie — czy wielkostadne fermy hodowlane i wielkotowarowe zakłady przemysłowego chowu zwierząt staną się w przyszłości opłacalnymi wytwórniami dostatniego wyżywienia ludzkości a przy tym nie będą źródłem groźnych dla życia zanieczyszczeń środowiska.

LITERATURA

- [1] Łoziński R. — *Fabryka dla 34 milionów* [kompleks gospodarki żywnościowej (1)]. — *Perspektywy*, 8, 29 (359), 10—13, 1976.
- [2] Millak K. — *Słownik polskich lekarzy weterynaryjnych biograficzno-bibliograficzny 1344—1918*. — PWRiL, Lublin—Warszawa, 1960—1963.
- [3] Poznański S. — *Problemy żywności w świecie i kraju*. Wykład inauguracyjny rok akademicki 1974/75 w Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie (maszynopis). 1974.
- [4] Tarczyński S. — *Czy opłaca się hodować pasożyty?* — *Problemy*, 20 (9), 534—538, 1964.
- [5] Tarczyński S., Załuska J. — *Ekonomiczne konsekwencje pasożytniczych chorób zwierząt hodowlanych i metodyka określania ich rzeczywistych wartości*. — *Kosmos*, 15/4, 415—424, 1966.
- [6] Tarczyński S., Wilamowski B., Wrześniowski Z. — *Podstawowe zasady metodyki oceny rzeczywistych strat ekonomicznych wywoływanych przez pasożytnicze choroby zwierząt użytkowych*. — *Wiad. Parazytol.*, 21 (2), 297—321, 1975.
- [7] Tarczyński S. — *Pasożyty zwierząt przyczyną strat ekonomicznych*. *Pamiętnik XII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego*, 16—18. września 1976 r. (w druku).

BADANIA NAD ODWROTNĄ TRANSKRYPTAZĄ — HISTORIA, OSIĄGNIĘCIA, PERSPEKTYWY

Howard M. Temin, odbierając 12 grudnia 1975 r. Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny (wspólnie z R. Dulbecco i D. Baltimore), wygłosił — zgodnie z przyjętym zwyczajem — referat podsumowujący wyniki swych badań. Referat ten opublikowany zostanie w ukazującym się co roku tomie zawierającym wykłady — przemówienia wszystkich laureatów Nagrody Nobla (a więc laureatów w dziedzinie: fizyki, chemii, fizjologii lub medycyny, literatury i Nagrody Pokojowej) za dany rok.

Amerykański tygodnik naukowy „Science” opublikował — za zgodą Fundacji Nobla — w numerze 4244 (1976) w całości referat wygłoszony przez H. M. Temina. Oto krótkie streszczenie referatu.

W czasie replikacji pewnych wirusów (w tej liczbie niektórych wirusów rakotwórczych) informacja genetyczna przenoszona jest — jak obecnie wiadomo — z RNA na DNA. Postulat o przenoszeniu informacji w tym kierunku długo jednak nie był uznawany przez większość badaczy, między innymi dlatego, że przeczył on ogólnie przyjętym teom tzw. centralnego dogmatu biologii molekularnej, sformułowanego przed dwudziestu z górą laty przez F. Cricka, według którego informacja w układach biologicznych przekazywana jest w kierunku DNA → RNA → białko i nigdy nie zachodzi przepływ informacji w odwrotnym kierunku.

Wyniki prac H. M. Temina oraz B. Muzatini, a także innych badaczy (przede wszystkim D. Baltimore, J. Badera, E. Paoletti, D. Boettigera, J. Svobody i wsp.) świadczyły jednak o przenoszeniu informacji z RNA na DNA i doprowadziły do sformułowania hipotezy o istnieniu w cyklu rozwojowym wirusów zawierających jako materiał genetyczny RNA, stadium pośredniego, tzw. DNA-prowirusa, syntetyzowanego pod kontrolą RNA.

A oto krótka historia badań, które pozwoliły na sformułowanie tego rodzaju wniosku.

Większość swych prac doświadczalnych H. Temin przeprowadził na wirusie sarkomy Rousa (RSV — z ang. Rous sarcoma virus), wywołującym przekształcenie nowotworowe tkanki łącznej. Wstępne badania przeprowadzane były pod kierunkiem profesora R. Dulbecco (również laureata Nagrody Nobla — 1976) w California Institute of Technology.

Już pierwsze doświadczenia H. Temina wykazały, że dodanie RSV do hodowanych in vitro fibroblastów zarodków kurzych powoduje transformację komórek hodowli. Liczba zmienionych komórek była proporcjonalna do ilości dodawanego RSV i te zmienione in vitro komórki były analogiczne do komórek rakowych u kurcząt. Dalsze badania wykazały, że zarażone przez RSV komórki posiadają zdolność dzielenia się i produkowania cząsteczek wirusa. W tym czasie L. V. Crawford i E. M. Crawford ustalili, że genom RSV zbudowany jest z RNA.

Badania nad kinetyką mutacji komórek zarażonych wirusem, ich morfologią, wpływem mutacji genów wirusa na morfologię zarażonych komórek oraz dziedziczeniem tych genów w komórkach zarażonych dwoma różnymi RSV wykazały, że geny wirusa mutują z dużą częstotliwością, mutacja tych genów w zarażonej komórce często prowadzi do zmiany morfologii oraz, że te wewnątrzkomórkowe genomy wirusowe są zlokalizowane prawdopodobnie w jednym lub dwóch punktach genomu komórki.

Obserwacje te pozwoliły na sformułowanie hipotezy prowirusa, zgodnie z którą po zarażeniu fibroblastów przez RSV powstaje jedna lub dwie kopie regularnie dziedziczonych struktur, zawierających informacje dla wirusów potomnych oraz mających wpływ na morfologię komórki. Wniosek o istnieniu w komórkach zarażonych przez RSV prowirusa bazował wyłącznie na badaniach genetycznych i nie zawierał żadnych postulatów odnośnie do jego właściwości molekularnych.

Regularne dziedziczenie prowirusa pozwalało jednak podejrzewać, że jest on integralnie związany z genomem komórki.

W okresie tym — lata sześćdziesiąte — ogólnie przyjęta była, jak już wspominałem, hipoteza Cricka, zgodnie z którą informacja w układach żywych była przekazywana od DNA do RNA, a następnie do białka. Zarówno sam F. Crick, jak również J. Watson, D. Luria i inni czołowi biolodzy molekularni podkreślali, że RNA nie może nigdy odgrywać roli matrycy dla syntezy DNA (podobnie jak białko nie może służyć jako matryca dla RNA). Stałe dziedziczenie prowirusa przez komórki zarażone RSV nasuwało jednak H. Teminowi myśl, że prowirus ten nie jest zbudowany z RNA. Po całej serii doświadczeń przeprowadzonych (w latach 1962—64 w University of Wisconsin-Madison) z aktynowycyną D (antybiotykiem hamującym proces transkrypcji — „spisywania” RNA z DNA) H. Temin doszedł do wniosku, że istnienie prowirusa należy wiązać nie z RNA, lecz z DNA. Dalsze badania wykazały, że dla zarażenia komórek przez RSV nieodzowna jest synteza nowego DNA. Nowy, RSV-specyficzny DNA odkryty został następnie w zarażonych komórkach hodowli fibroblastów.

Na podstawie wyników tych doświadczeń H. Temin sformułował wiosną 1964 r. hipotezę, zgodnie z którą RNA wirusa mięsaka Rousa odgrywa rolę matrycy dla syntezy wirusowego DNA (prowirusa), który to DNA służy z kolei jako matryca dla syntezy potomnego RNA RSV. Wnioski te przedstawił H. Temin na dorocznej konferencji biologów molekularnych w Stanach Zjednoczonych (1964). Wystąpienie Temina przeszło jednak bez większego echa, a w ciągu następnych 6—7 lat jego hipoteza była w zasadzie odrzucana.

W latach 1964—65 Temin ze współpr. próbował uzyskać bezpośrednie dowody syntezy DNA-prowirusa. Próby wykrycia aktywności RNA-zależnej DNA-polimerazy (odwrotnej transkryptazy, rewertazy) w zarażonych komórkach, a także doświadczenia z hybrydyzacją kwasów nukleinowych wydzielanych z hodowli komórkowej przed i po zarażeniu wirusem nie przyniosły jednak oczekiwanych rezultatów. Doświadczenia przeprowadzone z hodowlą komórek dzielących się synchronicznie pozwoliły natomiast stwierdzić, że reprodukcja cząsteczek wirusa wymaga normalnego cyklu komórkowego.

W roku 1969 w laboratorium H. Temina zaczął pracować S. Muzatini. Przeprowadzona wspólnie seria doświadczeń wykazała, że po zarażeniu hodowli synteza DNA-prowirusa w komórkach nie wymaga wstępnej syntezy nowych białek, czyli, że DNA-polimeraza biorąca udział w powstawaniu RSV DNA nie jest syntetyzowana *de novo*. Aby inkorporować DNA wirusa w DNA komórki polimeraza ta wymaga obecności wszystkich czterech trójfosforanów dezoksyrybonukleotydów i jonów dwuwartościowych. Enzym ten jest natomiast inhibowany przez podwyższoną temperaturę (denaturacja białka) oraz przez podziałanie rybonukleazą (rozkład matrycy). Podobne wyniki (niezależnie od H. Temina) uzyskał D. Baltimore.

RNA-zależne DNA-polimerazy wirusów wywołujących nowotwory złośliwe u ptaków okazały się stabilne i wkrótce udało się uzyskać preparaty tych enzymów w stanie oczyszczonym.

Chociaż odkrycie RNA-zależnej DNA-polimerazy było ważnym dowodem potwierdzającym istnienie DNA-prowirusa, to jednak dla umocnienia hipotezy Temina i innych nieodzowne były dalsze badania.

Doświadczenia z hybrydyzacją znakowanych RNA RSV z DNA komórek fibroblastów kurczęcia przed i po zarażeniu wirusem (P. Neiman, 1972; H. Varmusi

i wsp. 1974; M. Shoyab i wsp., 1974; C. Kang i H. Temin, 1974) wykazały, że komórki hodowli zarażone wirusem zawierają nowe fragmenty nukleotydowe, które charakteryzują się sekwencją homologiczną do RNA wirusa. Najbardziej jednak przekonującym dowodem okazał się fakt, że kwas dezoksyrybonukleinowy wyizolowany z komórki zarażonej RNA RSV zawiera informację dla zarażenia wirusem następnych pokoleń komórek. To, że informacja ta zawarta jest w DNA potwierdzone zostało przez doświadczenia z zastosowaniem dezoksyrybonukleazy (niszczące działanie) oraz rybonukleazy i pronazy (enzymy te nie okazywały wpływu na zdolność preparatów zarażenia komórek), a także przez wyniki wirowania w gradiencie chlorku cezu. Do zarażenia wystarczy pojedyncza cząsteczka dwuniciowego DNA o ciężarze 6×10^6 daltonów, przy czym efektywność zarażenia jest nie mniejsza aniżeli w przypadku DNA wyizolowanego z wirusów zwierzęcych, materiał genetyczny których stanowi kwas dezoksyrybonukleinowy (tzw. DNA-wirusów).

Można więc przyjąć, że istnienie stadium DNA-prowirusa w rozwoju RNA-wirusów zostało udowodnione.

Znamy już obecnie niektóre szczegóły mechanizmów molekularnych procesu powstawania prowirusa RSV. Wyjaśniono (Bishop, Varmus, 1975), że po zarażeniu wrażliwych komórek przez RSV ma miejsce (przy udziale RNA-zależnej DNA-poli-merazy) synteza DNA komplementarnego do RNA wirusa. Po wytworzeniu się hybrydu RNA-DNA następuje synteza drugiego łańcucha DNA (przy równoczesnym rozkładzie wirusowego RNA przez rybonukleazę). Powstaje w ten sposób dwuniciowy, cykliczny DNA. DNA ten zostaje następnie wkomponowany w DNA zarażonej komórki (o mechanizmie tej integracji nie możemy, niestety, nic jeszcze powiedzieć). H. Temin oraz E. Fritsch i E. Humphries (1976) zbadali również kinetykę powstawania DNA-prowirusa. Wiele problemów dotyczących molekularnych mechanizmów wytwarzania prowirusa pozostaje jednak jeszcze nie rozwiązanych.

Ciekawe są rozważania H. Temina odnośnie do genezy wszystkich rybodezoksy-wirusów (tzn. wirusów, posiadających jako materiał genetyczny RNA, replikacja których następuje poprzez DNA). Otóż, jak się okazało, rekombinacja między wirusami i DNA zarażonej komórki nie ma charakteru przypadkowego, lecz zachodzi tylko z ściśle określonymi genami komórkowymi. Te pokrewne wirusom geny stanowią oczywiście część normalnego DNA-komórki. Wykorzystane są one do przenoszenia informacji DNA $\rightarrow$ RNA $\rightarrow$ DNA. Zdaniem H. Temina, tego rodzaju przenoszenie informacji związane jest nie tylko z genezą wirusów. Odgrywa ono z pewnością ważną rolę również w normalnych procesach komórkowych, takich jak różnicowanie komórkowe, tworzenie się przeciwciał, procesy zapamiętywania itd.

Tak więc hipoteza zakładająca istnienie w komórkach prowirusów wyjaśnia genezę tzw. rybodezoksywirusów, które są po prostu „potomkami” tych pierwszych. Według H. Temina, stanowi ona również klucz do wyjaśnienia pochodzenia DNA-wirusów. Mogły one, mianowicie, powstać również z rybodezoksywirusów. Otóż, wiadomo już (patrz wyżej), że w komórkach zarażonych przez RNA-wirusy występuje po pewnym czasie DNA, który nie jest jeszcze scalony (zintegrowany) z DNA komórki, a który posiada zdolność zarażania następnych komórek. Ten właśnie niezintegrowany DNA mógł być właśnie prekursorem zwierzęcych DNA wirusów. Dalsza replikacja tego DNA, a następnie jego inkapsulacja w białka wirusowe, mogła doprowadzić — postuluje H. Temin — do powstania DNA-wirusów. Czyli, że „przodkami” DNA-wirusów były — według H. Temina — RNA-wirusy.

Zastanawiając się nad rolą wirusów w powstawaniu nowotworów Temin dochodzi do wniosku, że zarażenie wirusami, jak również ich replikacja w komórce, nie powoduje neoplazji. Przekształcenie nowotworowe komórki wymaga zmiany jej aparatu genetycznego, tak aby mogły być syntetyzowane białka specyficzne dla komórki rakowej. „Geny rakowe” powstają — zdaniem H. Temina — właśnie w trakcie przekazywania informacji na drodze DNA—RNA—DNA. Ma to miejsce

zarówno w przypadku rakowacenia komórek wywołanego wirusami, jak i neoplazji spowodowanej działaniem rakotwórczych czynników chemicznych (kancerogenów typu benzopirenu czy żywic epoksydowych) lub fizycznych (radiacji).

Niezwykle interesujące badania nad strukturą i funkcjami odwrotnej transkryptazy — zarówno w komórkach normalnych, jak i nowotworowych — są obecnie intensywnie rozwijane w wielu laboratoriach.

Andrzej Wartoń

ZASTOSOWANIE NEUTRONÓW W BADANIACH STRUKTURY RYBOSOMÓW

Proces poznawania budowy i funkcjonowania układów biologicznych może przebiegać w dwóch przeciwnych kierunkach. Badania w pierwszym kierunku polegają na analizowaniu coraz mniejszych elementów: najpierw tkanek, potem komórek, a na końcu komponentów komórek. Podstawowym narzędziem tych badań jest mikroskop zarówno świetlny, jak i elektronowy. Badania w kierunku przeciwnym prowadzi się od najmniejszych składników do coraz większych, przez określenie rozmieszczenia atomów w cząsteczkach o wzrastającej złożoności. W tego typu badaniach największe znaczenie posiada technika dyfrakcji promieniowania X. Oba te kierunki badań dążą do tego samego, a mianowicie do wyjaśnienia zasad budowy i funkcjonowania układów żywych.

Niektóre składniki komórek są jednak zbyt małe, aby można było określić ich strukturę w mikroskopie elektronowym, a jednocześnie za duże do badań metodą dyfrakcji. Przykładem są rybosomy, organelle występujące we wszystkich komórkach, zwykle w znacznych ilościach. W wyniku badań elektronowomikroskopowych uzyskano dane dotyczące wielkości i kształtu rybosomów, ale ilość informacji o ich strukturze jest ograniczona. Z drugiej strony, rybosomy są znacznie większe niż struktury odpowiednie do badań metodą dyfrakcyjną. Zasadniczo rybosomy lub ich podjednostki można by badać tą metodą, gdyby udało się uzyskać je w formie krystalicznej, a tego dotychczas nie osiągnięto. Nawet wówczas jednak analiza wyników stanowiłaby ogromny problem.

W badaniach struktury rybosomów korzystano z wielu metod. R. R. Traut i Ch. G. Kurland np. stosowali związki chemiczne o dwóch grupach aktywnych, wiążące się z sąsiednimi cząsteczkami białek. Rozbicie rybosomów i określenie, które cząsteczki połączone są wiązaniami poprzecznymi (cross-links) dostarcza pewnych informacji na temat rozmieszczenia cząsteczek w podjednostkach rybosomu. G. Stöffler i J. A. Lake zastosowali natomiast metodą immunologiczną. Przeciwciała specyficzne dla poszczególnych białek są wiązane przez rybosom. Badania w mikroskopie elektronowym pozwalają na określenie położenia przeciwciał, co wskazuje na miejsce odpowiednich białek w rybosomie. Inna metoda stosowana przez Ch. A. Cantora polega na znakowaniu dwóch wydzielonych białek barwnikami fluorescencyjnymi, świecącymi pod wpływem fal o różnej długości. Jeden z tych barwników jest następnie naświetlany falami o odpowiedniej długości. Wydajność, z jaką energia wzbudzenia przenoszona jest do drugiego barwnika, stanowi miarę odległości między znakowanymi białkami.

Zastosowanie każdej z powyższych metod przyczyniło się do częściowego wyjaśnienia struktury rybosomów. Wydaje się, że duże znaczenie dla dalszego postępu badań nad strukturą i funkcją rybosomów będzie miała metoda zaprezentowana ostatnio w „Scientific American” (Vol. 235, No. 4, October 1976) przez Donalda F. Engelmana i Petera B. Moore’a. Badacze ci przedstawili wyniki badań rybosomu *Escherichia coli* za pomocą wiązki neutronów. Stosowana przez nich metoda jest czysto fizyczna i nie zależy bezpośrednio od biologicznych lub chemicznych właści-

wości rybosomu. Jak wiadomo, neutrony różnią się zasadniczo od innych rodzajów promieniowania wykorzystywanych w badaniach biologicznych, bowiem oddziałują z jądrami atomowymi, a nie z elektronami. Izotopy danego pierwiastka mogą wykazywać różnice w rozpraszaniu wiązki neutronów. Szczególnie wyraźna różnica występuje w przypadku wodoru i deuteru. Zastąpienie atomów wodoru przez atomy deuteru powoduje zmianę w sposobie rozpraszania neutronów przez cząsteczki białka, co zostało wykorzystane przez Engelmana, Moore'a i współpr. do badań struktury małej podjednostki (30S) rybosomu *E. coli*. W skład tej podjednostki wchodzi 21 cząsteczek białka (c.c.z. 10,7–65 tys.) oraz cząsteczka RNA (c.c.z. 560 tys.). Przygotowanie podjednostek, w których dwa określone białka zawierają atomy deuteru zamiast atomów wodoru, jest możliwe dzięki niezwykłym właściwościom małych podjednostek. W roku 1968 Traub i Nomura stwierdzili mianowicie, że w określonych warunkach powstają one spontanicznie z odpowiednich białek i RNA. W doświadczeniach przeprowadzanych przez Engelmana, Moore'a i współpr. rybosomy izolowano z komórek *E. coli* hodowanych w podłożu zawierającym „ciężką” wodę (D_2O) oraz normalne cukry i sole. Rybosomy rozdzielano na podjednostki. Z małej podjednostki izolowano najpierw RNA, a potem białka. Stwierdzono, że zawierają one przynajmniej 95% atomów deuteru podstawionych w miejsce atomów wodoru. Białka rozdzielano metodą chromatografii jonowwymiennej na zmodyfikowanej celulozie. W eksperymentach stosowano dwa deuterowane białka, które mieszano z 19 białkami i RNA wyizolowanymi z komórek hodowanych w podłożu bez deuteru. Powstałe małe podjednostki brały udział w syntezie białek, a ich kształt i rozmiary były podobne jak w normalnych podjednostkach. Do pomiarów odległości pary deuterowanych białek stosowano dwa roztwory podjednostek. W pierwszym roztworze jedna połowa podjednostek zawierała dwa znakowane białka, a druga tylko białka normalne. W drugim roztworze połowa podjednostek zawierała jedno, a połowa drugie znakowane białko. Ponieważ stężenie obu roztworów było jednakowe, zawierały one więc taką samą liczbę podjednostek i deuterowanych białek każdego rodzaju. Różnica dotyczyła tylko rozmieszczenia tych komponentów. Roztwory umieszczano w naczyniach kwarcowych i kierowano na nie wiązkę neutronów o długości fali 2,37 Å. Dla wygody neutrony traktowano jako fale, gdyż obserwowano zjawiska dyfrakcji i interferencji związane z falową naturą promieniowania. Neutrony nie oddziałują z elektronami, nie można więc ich wykryć w taki sam sposób jak np. promieniowanie elektromagnetyczne. W badaniach zastosowano detektor, będący płaską komorą wypełnioną helem 3, którego jądra po zderzeniu z neutronem emitują proton. Wybity proton powoduje chwilową jonizację wykrywaną przez system elektrod. Sygnały z elektrod są wzmacniane, kodowane w celu oznaczenia pozycji padających neutronów i rejestrowane na taśmie magnetycznej. Analizę danych przeprowadzono przy użyciu komputera. Pomiary ze wszystkich miejsc detektora były sumowane w pierścienie, których środek określał pozycję neutronów nieodbitych. Każdy pierścień reprezentuje pomiary przepływu neutronów przy konkretnym kącie rozproszenia. Głównym celem pomiarów nie było określenie całkowitego przepływu neutronów, lecz otrzymanie krzywej interferencji. Dlatego w eksperymentach stosowano dwa roztwory podjednostek. Odjęcie od krzywej intensywności rozpraszania jednego roztworu krzywej uzyskanej dla drugiego roztworu daje właśnie krzywą interferencji dla pary deuterowanych białek. Jest ona odpowiednikiem pierścieni interferencyjnych obserwowanych w eksperymentach optycznych. Odległość między pierścieniami jest odwrotnie proporcjonalna do odległości między centrami rozpraszającymi. Określenie kąta między neutronami nierozproszonymi (środek pierścienia) a neutronami odpowiadającymi najbardziej wewnętrznemu pierścieniowi interferencyjnemu (gdzie krzywa po raz pierwszy osiąga wartość zero) umożliwia obliczenie odległości między deuterowanymi białkami. Jest ona wtedy równa długości fali neutronowej podzielonej przez podwojony sinus kąta.

Na podstawie wykonanych dotychczas 8 pomiarów Engelman i Moore ustalili rozmieszczenie 5 białek (S3, S4, S5, S7, S8) w małej podjednostce rybosomu *E. coli*. Określenie lokalizacji wszystkich 21 białek wymaga przynajmniej 76 pomiarów. Konstrukcję mapy rozmieszczenia cząsteczek w małej podjednostce można jednak rozpocząć dysponując wynikami kilku pomiarów. Należy najpierw wyznaczyć odległości między środkami trzech białek. Tworzą one trójkąt, względem którego określa się położenie czwartego białka. Autorzy podkreślają, że stosowana przez nich metoda nie pozwala na jednoznaczne określenie położenia tego białka, jeżeli nie leży ono w płaszczyźnie trójkąta. Pomiary odległości od jego wierzchołków wyznaczają bowiem dwie możliwe pozycje czwartego białka, po obu stronach płaszczyzny. Wybranie jednej z tych pozycji nie stwarza żadnych trudności przy określaniu lokalizacji następnych białek, jednak faktem jest, że mapa może reprezentować albo właściwą strukturę, albo jej lustrzane odbicie. Tego problemu nie można rozwiązać przez wyznaczenie odległości między parami białek. Pozostanie on nie rozwiązany nawet wówczas, gdy mapa będzie kompletna.

Mapa pozycji 21 białek nie jest jedynym spodziewanym wynikiem badań krzywych interferencji. Kształt krzywych może bowiem dostarczyć dodatkowych informacji o ogólnym kształcie i orientacji każdej cząsteczki białka. W zasadzie lokalizacja cząsteczki RNA także mogłaby być określona, jednak należałoby opracować technikę cięcia cząsteczki w znanych punktach i podstawiania deuterowanych segmentów.

Rybosom nie jest jedyną strukturą, która może być z powodzeniem badana za pomocą neutronów. Autorzy uważają, że stosowana przez nich metoda będzie zapewne wykorzystana w badaniach DNA — zależnej polimerazy RNA. Następnymi „kandydatami” są chromatyna i różnego rodzaju błony biologiczne. Zastosowanie neutronów do badania struktur biologicznych stwarza duże szanse poznania i zrozumienia tych struktur na poziomie molekularnym.

Bogdan Rokosz

Biochemia dla Biologów — Jerzy Trojanowski, PWN, Warszawa, 1974, str. 275.

Podręcznik opracowany przez J. Trojanowskiego jest zwartym kompendium biochemii przeznaczonym dla studentów wydziałów biologicznych. Cały tekst podzielony jest na jedenaście rozdziałów i w zasadzie wyczerpuje większość podstawowych zagadnień strukturalnych i ciągów metabolicznych zachodzących w komórkach organizmów na różnych szczeblach świata organicznego. W pierwszym rozdziale autor omawia rolę struktur komórkowych oraz metody badań biochemicznych *in vivo* i *in vitro*. Cztery następne rozdziały traktują o strukturze i własnościach białek, enzymów, kwasów nukleinowych i węglowodanów. Dalsze rozdziały podręcznika poświęcone są głównym szlakom metabolicznym zachodzącym w komórkach organizmów auto- i heterotroficznych w odniesieniu do cukrowców, tłuszczów, związków aromatycznych oraz niskodrobinowych substancji azotowych. Rozdział dziesiąty omawia własności fizyko-chemiczne i biologiczne hormonów ssaków, owadów i roślin, a rozdział jedenasty poświęcony jest biochemii tkanek i narządów, wchłanianiu, krzepnięciu krwi, transportowi jonów i gazów oraz innym procesom.

Książka napisana jest przez autora o dużym doświadczeniu dydaktycznym; zawiera większość informacji współczesnej biochemii i biologii molekularnej, niezbędnych biologowi z wykształceniem uniwersyteckim, podanych w jasnym, przystępnym wykładzie. Program nauczania biochemii na wydziałach biologii oraz objętość tekstu narzuciły autorowi określony zakres podręcznika, który, jak sam wyjaśnia w przedmowie, musiał być potraktowany czasem zbyt skrótowo.

Tym niemniej podstawowe pojęcia na temat budowy i własności głównych grup związków biologicznie czynnych, ich biosyntezy, organizacji struktur biologicznych i ich funkcji są przedstawione w sposób nowoczesny, odzwierciedlający aktualny stan wiedzy w tej dziedzinie.

Podręcznik zawiera indeks rzeczowy i szczegółowy spis treści, co ułatwia odszukanie nawet drobniejszych zagadnień w tekście. Rysunki i druk książki, oprawionej w twarde okładki, sprawiają korzystne wrażenie; niestety, wszystkie zdjęcia reproduktowane w tekście wypadły niezbyt estetycznie, a to z uwagi na niską klasę papieru użytego do druku podręcznika. W sumie jest to cenna i bardzo na rynku studenckim potrzebna pozycja, z której będą zapewne korzystać zainteresowani nie tylko z wydziałów biologicznych.

Włodzimierz Ostrowski

E. E. Syroec'kovskij, E. V. Rogačeva, 1975 — *Životnyj Mir SSSR: Geografija Resursov*. (Świat Zwierząt ZSRR. Geografia Zasobów). Mysl, Moskva, 439 str., Cena 1,72 rubla.

Po przeczytaniu omawianej książki ogarnęło mnie uczucie zazdrości, że radziecka literatura przyrodnicza posiada w swym wykazie taką interesującą książkę, a polska nie ma podobnej. Jej autorami są: wybitny zoogeograf i zoolog, a rezultatem tej owocnej spółki powstała książka nie mająca swego odpowiednika ani w literaturze polskiej, ani w literaturze innych krajów.

Omawiana książka wchodzi w skład cyklu monografii naukowych „Składniki przyrody ZSRR i ich zasoby”. Celem tej książki jest kompleksowe scharakteryzowanie świata zwierzęcego ZSRR na tle geograficznych rejonów tego wielkiego kraju. Przedstawienie tego szerokiego zagadnienia w jednotomowej książce nie było łatwe.

Ale wypada zgodzić się z autorami — o czym piszą we wstępie — że ta próba „objęcia — nieobejmowalnego” udała im się w pełni. Zadanie to było do wykonania z tego względu, że autorzy zdecydowali się ująć w swej książce tylko wybrane gatunki zwierząt. A więc trafiły do niej zwierzęta łowne, hodowane, podlegające ochronie, szkodniki lasów i roślin uprawnych, owady przenoszące choroby ludzi itp.; z braku miejsca pominięto natomiast owady pożyteczne oraz wiele innych bezkręgowców.

Książka składa się z dwóch części. W części pierwszej, zatytułowanej „Ogólny przegląd świata zwierząt ZSRR i ich zasoby”, znajduje się siedem rozdziałów: I — „Ogólne cechy zoogeografii i składu świata zwierzęcego ZSRR”, II — „Zasoby zwierząt łownych”, III — „Zasoby ryb, wodnych bezkręgowców i wodnych ssaków”, IV — „Szkodniki roślin”, V — „Szkodniki lasów”, VI — „Krwio pijne dwuskrzydłe” oraz VII — „Rzadkie i zanikające gatunki zwierząt w faunie ZSRR i niektóre problemy ich ochrony”.

W części tej znajdujemy wiele bardzo ciekawych informacji różnego charakteru. Fauna ZSRR liczy 125—130 tys. gatunków zwierząt. Z tego na strunowce przypada 2800, mięczaki — 2000, owady — 100 000. Na bardzo wielu mapach i licznych tablicach przedstawiono skład gatunkowy zwierząt i ich rozmieszczenie w różnych krainach geograficznych ZSRR. Na tym tle przedstawiono dane dotyczące pozyskiwania zwierząt i odławiania ryb w celach przemysłowych.

Główną część książki stanowi jej druga część zatytułowana „Regionalne cechy świata zwierzęcego ZSRR” (str. 109—412). Składa się na nią 13 rozdziałów dotyczących głównych rejonów geograficznych ZSRR. Mamy więc tutaj rozdziały: „Arktyka”, „Europejska północ”, „Środkowy pas Europejskiej części ZSRR”, „Południe Europejskiej części ZSRR”, „Kaukaz”, „Kazachstan i Azja Środkowa”, „Ural”, „Zachodnia Syberia”, „Środkowa Syberia”, „Górskie rejon Południowej Syberii”, „Jakucja”, „Północ Dalekiego Wschodu”, „Południe Dalekiego Wschodu”. Każdy z tych rejonów został omówiony według układu: charakterystyczne cechy fauny i jej związki z przyrodą rejonu, strefowo-krajobrazowe właściwości świata zwierząt, zasoby zwierząt (zwierzęta łowne, ryby, szkodniki rolnicze, szkodniki leśne, szkodniki sanitarne, dzikie zwierzęta jako rezerwuár chorób człowieka i zwierząt domowych) oraz ochrona zwierząt i parki narodowe.

Z przedstawionych informacji wynika, że książka jest niezwykle bogatym źródłem różnego typu informacji. Z zainteresowaniem więc weźmie ją do ręki biolog, geograf, rolnik i leśnik, myśliwy lub wędkarz. Zawiera ona także bogatą bibliografię prac związanych z omawianym zagadnieniem.

Jerzy J. Lipa

J. P. Kok, 1973 — Nukleinovyje kisloty nasekomych i ich virusov. Naukowa Dumka, Kiew, 227 str. Cena 14,50 zł.

Wdzięcznym obiektem w badaniach z zakresu biologii molekularnej są wirusy owadów. Owady bowiem są najliczniejszą gromadą zwierząt na kuli ziemskiej. W ich organizmie stwierdzono różne typy wirusów zarówno swoiste dla owadów, jak i chorobotwórcze dla zwierząt i roślin, które są przenoszone przez owady. A więc wirusy owadów reprezentują różnego rodzaju współzależności ze swymi żywicielami. Biorąc pod uwagę dobrą znajomość genetycznego aparatu owadów oraz ich szybkie rozmnażanie się, wirusy owadów mogą być dobrym obiektem nie tylko dla badań z zakresu wirusologii molekularnej, ale także genetyki molekularnej.

Autorem omawianej książki jest Irina Kok z Instytutu Molekularnej Biologii i Genetyki AN USSR w Kijowie, której liczne prace, ukazujące się od 1959 r., rzuciły wiele światła na związki między wirusami i owadami oraz ich kwasami

nukleinowymi. Rozwinęła ona w twórczy sposób prace wybitnego wirusologa i genetyka, prof. Siergieja M. Gerszenzona, członka AN USSR.

Książka składa się z sześciu rozdziałów. Rozdział I „Zawartość i synteza kwasów nukleinowych” omawia skład i rozmieszczenie kwasów nukleinowych w organizmie i tkankach owadów. Kwas rybonukleinowy (RNA) jest szczególnie obecny w dużych ilościach w cytoplazmie energicznie rosnących komórek np. w imaginalnych dyskach muchówek, gruczołach przednich motyli lub gruczołach ślinowych. Początkowo RNA zgromadzony jest wokół jądra, a następnie rozsiany jest po całej cytoplazmie. Również w odniesieniu do DNA obserwuje się znaczne różnicowanie jego zawartości w poszczególnych tkankach oraz w miarę wzrostu owadów. Na przykład w świeżo złożonych jajach jedwabnika morwowego (*Bombyx mori* L.) stwierdzono 0,14 mg/g DNA i ok. 3,5 mg/g RNA. W miarę embrionalnego rozwoju jaj ilości te rosną i w okresie wylęgu gąsienic z jaj wynoszą one odpowiednio ok. 0,69 mg/g i 8 mg/g. U gąsienic V stadium ilości DNA i RNA wynoszą 0,2 i 4,8; u poczwerek 0,2—0,45 i 1,6—3,5; a u motyli 0,28—0,35 i 3,2—3,5. Ze zmianami w zawartości RNA i DNA korelują morfofizjologiczne zmiany w rozwoju owadów. Znajomość tych zmian jest konieczna, aby można było śledzić przebieg rozwoju chorób wirusowych owadów.

Rozdział II „Uzyskiwanie i ogólna charakterystyka preparatów kwasów nukleinowych owadów oraz wirusa poliedrozy jądrowej”. W rozdziale tym bardzo szeroko omówiono metody uzyskiwania i badania kwasów nukleinowych owadów oraz podano wiele danych ilościowych o ich zawartości i składzie u różnych rzędów owadów. Szczególną uwagę zwrócono na metody oczyszczania DNA i RNA od różnych substancji komórkowych. Podane informacje są przydatne nie tylko w badaniach wirusologicznych, ale i w innych dziedzinach.

W trzech kolejnych rozdziałach przedstawiono szczegółowo różne zagadnienia związane z badaniem budowy, heterogeniczności i składu nukleotydowego kwasów nukleinowych owadów i wirusów. W licznych tabelach i na wykresach scharakteryzowano różne wirusy oraz tkanki owadów pod względem zawartości DNA i RNA a także przedstawionych kwasów nukleinowych.

Rozdział VI „Zagadnienie infekcyjności kwasów nukleinowych wirusów owadów” dotyczy niezwykle ważnego problemu wirusologii. Omówiono w nim bardzo szeroko infekcyjność czystego DNA i RNA wirusów dla owadów. Otóż stwierdzono, że RNA pochodzący z gąsienic jedwabnika morwowego zainfekowanych wirusem jądrowej poliedrozy (mającym tylko DNA), powodował rozwój choroby z poliedrami typowymi dla nuklearnej poliedrozy. Również czysty DNA powodował proces chorobowy. Uzyskane wyniki potwierdziły to, że RNA jest przenośnikiem informacji do DNA.

Reasumując książka jest niezwykle gruntownym omówieniem kwasów nukleinowych dużej i interesującej grupy wirusów owadów. Wezmą ją więc z zainteresowaniem i dużym pożytkiem do ręki osoby zajmujące się wirusologią i biologią molekularną.

Jerzy J. Lipa

V. H. Heywood. Taksonomia roślin, tłumaczyła Lucyna Fagasiewicz. Państwowe Wydawn. Nauk., Warszawa 1974, s. 111.

W przedmowie do swojej interesującej pracy V. H. Heywood podkreśla, że „żaden inny aspekt biologii z pewnością nie jest głębiej wpleciony w ludzką historię, ekonomię, literaturę, estetykę i folklor niż taksonomia ze swym głębokim zainteresowaniem dla różnorodności organizmów w świecie”. Autor przedstawia zagadnienia taksonomii w doskonałym zarysie z uwzględnieniem odpowiedniego cytowanego piśmiennictwa specjalnego. Klasyfikacje biologiczne mogą spełniać różne cele, stąd

ich rola pożyteczna, wykazująca pokrewieństwa chemiczne i filogenetyczne, ustalająca różnorodności i zróżnicowania organizmów.

Chociaż darwinowska teoria ewolucji nie dostarczyła bezpośrednio taksonom nowych technicznych sposobów postępowania przy próbach tworzenia systemów filogenetycznych, jednak wniosła wiele nowego i pożytecznego o działaniu doboru naturalnego i sposobach zachowania się populacji. Darwin doszedł do wniosku, że rasy zwierząt domowych i odmiany roślin uprawnych są wynikiem oddziaływania czynnika doboru wśród osobników o odchyleniach indywidualnych i cechach interesujących człowieka, oraz wypowiedział przypuszczenie, że również podobną drogą odbywało się powstawanie odmian w warunkach przyrodzonych. Działanie doboru naturalnego i zrozumienie dynamicznej natury populacji pozostają w związku z następującym rozwojem cytologii i genetyki. Rozpoczęły się badania na polu chemosystematyki i systematyki numerycznej. Najnowsze dane biochemiczne, odnoszące się do zagadnień „makromolekularnych”, przyczyniły się do poznania pewnych pokrewieństw filogenetycznych, do przedstawienia genetycznej budowy organizmów, do pogłębienia wiedzy o mechanizmach zmienności i zróżnicowania populacji.

Podstawę do klasyfikacji tworzą populacje i gatunki. Populacje lokalne tworzą zespół potencjalnie krzyżujących się ze sobą osobników istniejących w określonym środowisku i w określonym czasie, natomiast gatunek przedstawia reprodukcyjnie izolowany całokształt populacji krzyżujących się ze sobą.

System rozmnażania powiązany jest z różnymi mechanizmami fizjologicznymi i morfologicznymi, kontrolującymi częstość zapłodnienia krzyżowego lub samozapłodnienia wewnątrz populacji. Autor porusza również zagadnienie systemów rozmnażania: płciowego (amfimiksji) i bezpłciowego (apomiksji).

Osobny rozdział poświęcony został strukturze taksonomicznej, uwzględniający kategorie hierarchiczne: gatunek, rodzaj, rodzina, klasa itd. Przy tym interesujący jest umieszczony dendrogram, wskazujący na ogólne podobieństwo zachodzące pomiędzy umownymi gatunkami. Rozważane są również zmiany zachodzące we własnościach dziedzicznych i cechach populacji w toku ewolucji.

Taksonomia roślin zajmuje się również fenotypem — wyglądem zewnętrznym organizmu, stanowiącym wynik wzajemnego oddziaływania genotypu i środowiska, a także genotypem — układem wspólnoty czynników genetycznych, tworzących genetyczną konstrukcję osobnika. Autor ilustruje działania genu przy pomocy modelu obwodu elektronicznego. Przedstawia efekty doboru w środowiskach stałych i zmieniających się, podkreśla plastyczność fenotypową na przykładzie wodnego gatunku rodzaju *Ranunculus*. Różnicowanie ekotypowe Turessona również znalazło omówienie we wspomnianej pracy V. H. Heywooda.

W specjalnym rozdziale książki omówionych zostało kilka rodzajów cech, stosowanych w taksonomii roślin, a więc dane morfologiczne, anatomiczne, palinologiczne, embriologiczne i inne.

W ostatnich latach systematyka biochemiczna zaczęła odgrywać większe znaczenie w taksonomii. Chromatografia i elektroforeza dostarczają taksonomom licznych danych dla celów porównawczych i interpretacyjnych. Ilekroć to interesujących danych dostarczyła mikrofotografia elektronowa. Dzięki mikroskopowi świetlnemu, dzięki rozwojowi szybkich technik prześwietlania udało się ustalić szczegóły cytologiczne i anatomiczne różnych części i organizmów roślinnych. Skonstatowano, że pozornie proste cechy składają się z licznych odrębnych i wyraźnych „mikrocech”. Także oglądane pod mikroskopem polaryzacyjnym lub fluorescencyjnym ziarna pyłku, zarodniki i zarodki pozwalają na obserwowanie i odkrycie precyzyjnych szczegółów cytoplazmy i intyny pyłku. Mikroskop elektronowy umożliwia dostrzeganie najbardziej dokładnych szczegółów strukturalnych.

Taksonomia numeryczna opiera się na podobieństwach opartych na obserwacjach i doświadczeniach, a nie na prawdopodobieństwach filogenetycznych. Takso-

nomia numeryczna prowadzi swoje badania według następującego postępowania: wybór jednostek badanych, selekcja cech, pomiar podobieństwa, analiza grupowa, różnicowanie.

Do najlepszych prac ustalających uporządkowanie hierarchicznych kategorii uzyskanych dotychczas informacji w zakresie systematyki roślin, Heywood zalicza: „Międzynarodowy indeks roślin” (Gould, 1962), stanowiący próbę skatalogowania rodzajów i gatunków, oraz „Atlas flory brytyjskiej” (Perring i Walters, 1962), przedstawiający mapy rozmieszczenia roślin.

Ostatni rozdział książki „Taksonomii roślin” zajmuje się cytotaksonomią, czyli wpływem cytologii na taksonomię roślin oraz cytogenetyką, oddziaływaniem cytologii w powiązaniu z genetyką. Autor porusza przy tym takie zagadnienia, jak: liczba i morfologia chromosomów, poliploidalność, sposoby tworzenia gatunku i mechanizmy izolacji, hybrydyzacja.

Książka fascynująca, uwzględniająca nowoczesne poglądy na taksonomię roślin, przedstawiająca najnowsze konstrukcje badawcze, a przede wszystkim pouczająca, rozszerzająca horyzonty myślowe, przeznaczona dla przyrodników, ale również może być przydatna specjalistom innych dziedzin.

Książka bardzo przydatna dla studiujących i uczących się. Młodzież akademicka, licealna, jak również nauczycielstwo znajdzie w opracowaniu wyjaśnienie wielu frapujących zagadnień, wyczyta odpowiedź na wiele nurtujących pytań z zakresu taksonomii i systematyki roślin.

Dostępny i nieskomplikowany język książki ogromnie ułatwi orientację w tej tak złożonej tematyce biologicznej, przyswojenie tej tak pożytecznej lektury.

Duża zasługa również w tym Pani Doktor Lucyny Fagasiewicz, która potrafiła w tłumaczeniu zachować przystępność treści, dokładność tekstu i obiektywność tłumacza. Tłumaczenie książki „Plant taxonomy” (1972) jest poprawne. Pani Dr Fagasiewicz udało się przebrnąć przez trudne bariery słownictwa specjalnego, przy tłumaczeniu zawitych definicji i podawaniu ścisłych określeń. Kilka bardzo drobnych potyczek językowych nie zmniejszają wartościowego tłumaczenia pracy V. H. Heywooda, przysparzającej polskiej literaturze biologicznej nowego dobrego opracowania dydaktycznego.

Specjalne podziękowanie należy się Państwowemu Wydawnictwu Naukowemu za staranną adiustację, za liczne umiejętnie reprodukowane czytelne rysunki, tablice, wzory chemiczne, dendrogramy i diagramy.

Należy przypuszczać, że skromny nakład (2000) szybko wyczerpie się, co spowoduje drugie wydanie tej skromnej, ale za to wartościowej książki.

Jakub Mowszowicz

O. S. Kołbasow — Ekologija: politika — prawo. Prawowaja ochrana prirody w SSSR. Izdatielstwo „Nauka”, Moskwa 1976, s. 230.

Bogatej literaturze radzieckiej na temat ochrony prawnej środowiska przybyło nowe, interesujące dzieło. Jak już z samego sformułowania tytułu książki wynika, prawo ochrony środowiska występuje w tej pracy jako ostatnie ogniwo układu podporządkowanego w swoisty sposób nauce ekologii. Dwukropek postawiony między dwoma członami tytułu: „Ekologia” i „polityka — prawo” ma być, jak sądzę, wyrazem tego swoistego podporządkowania a raczej kreacyjnej roli ekologii w stosunku do polityki i z kolei — do prawa ochrony środowiska. Nie jest niczym nowym, gdy w pracach prawniczych wychodzimy z układu stosunków społeczno-gospodarczych, na tle których powstają i rozwijają się założenia i wytyczne polityki, a następnie same uregulowania prawne. W tym wypadku Autor cofnął się do nauki ekologii jako źródła inspiracji dla polityki i prawa, nadając temu źródłu inspiracji cechy obiektywizmu naukowego. Jest to stanowisko metodycznie prawidłowe.

we, podkreśla bowiem znaczenie nauki ekologii w rozstrzyganiu ogromnie złożonych i trudnych problemów politycznych i prawnych w zakresie ochrony środowiska.

W rozdziale I „Istota ochrony przyrody” Autor ustala pojęcia podstawowe dla dalszych swoich rozważań. Przede wszystkim pojęcie: „przyroda”. Polski czytelnik tekstów prawnych i literatury radzieckiej o ochronie środowiska jest często zdezorientowany posługiwaniem się wciąż jeszcze terminem „przyroda”, „ochrona przyrody” zamiast powszechnie już w świecie przyjętego terminu „środowisko”, „ochrona środowiska”. Autor wyjaśnia to odmienną, przyjętą w Związku Radzieckim, drogą rozwoju tych pojęć przez stopniowe rozszerzanie treści jednolitego pojęcia „przyroda”, a nie przeciwstawianie „przyroda” pojęciu „środowisko”. Zdaniem Autora, w ostatnich latach można zaobserwować tendencję do zbliżenia się tych obu pojęć. Coraz częściej pojęciu „środowisko” (okružajuszczaja sreda) nadaje się znaczenie „środowiska przyrodniczego”, a z drugiej strony pojęciu „przyroda” znaczenie „środowisko”. Autor przypuszcza, że w niedalekiej przyszłości oba pojęcia staną się równoznaczne (s. 17—18). Przykładem tych tendencji jest zresztą sam Autor i jego książka.

Po określeniu przedmiotu ochrony przyrody Autor przechodzi do omówienia historycznych uwarunkowań ochrony przyrody i związanych z tym ideologicznych koncepcji w ekologii. Historyczne uwarunkowania ochrony przyrody Autor znajduje w układzie stosunków między społeczeństwem ludzkim a przyrodą, co znów pozostaje pod wpływem rozwoju demograficznego ludzkości, postępu nauki i techniki i gospodarczego rozwoju kraju. Na tym tle powstają i rozwijają się ideologiczne koncepcje ekologii. Są wśród tych koncepcji koncepcje pesymistyczne, a nawet katastroficzne, koncepcje optymistycznie oceniające rozwój stosunków między społeczeństwem ludzkim a przyrodą, są wreszcie koncepcje opierające się na poglądach wyprowadzanych z różnych założeń racjonalistycznych, wśród nich — marksistowsko-leninowska koncepcja stosunków między społeczeństwem ludzkim a przyrodą.

Z tej koncepcji wywodzi Autor zasady ochrony środowiska w ZSRR. W aspekcie politycznym ochrona środowiska występuje jako stała funkcja państwa socjalistycznego, wynikająca wprost z ogólnych celów rozwoju socjalizmu. Autor powołuje się na uchwałę Rady Najwyższej ZSRR z 20.IX.1972 r. „O środkach dalszego rozwoju ochrony przyrody i racjonalnego wykorzystania zasobów naturalnych”, w której napisano, że ochrona przyrody w obecnych warunkach rozwoju gospodarczego i społecznego państwa radzieckiego stanowi ważne zadanie, od rozwiązania którego zależy „[...] pomyślna realizacja planów gospodarczych, dobrobyt dzisiejszych i przyszłych pokoleń” (s. 47). Stąd wyprowadza Autor zasadę, że ochrona jakości środowiska, od której zawisło utrzymanie życia ludzkiego na Ziemi, korzysta z priorytetu w stosunku do jakichkolwiek korzyści ekonomicznych, jakie można uzyskać w eksploatacji sił przyrody. Chodzi o to, ażeby przy utrzymaniu wysokiego tempa rozwoju kraju nie dopuścić do dalszego powiększania się, a nawet stopniowo zmniejszać zagrożenie środowiska.

Po omówieniu tych podstawowych dla opracowywanego tematu zagadnień, Autor przechodzi do określenia miejsca, jakie ochrona środowiska zajmuje w państwie socjalistycznym. Jest to przedmiotem rozdziału II. „Ochrona środowiska naturalnego jako stała funkcja państwa socjalistycznego”. Autor obszernie relacjonuje poglądy nauki radzieckiej na ten temat, zwłaszcza poglądy reprezentowane w teorii funkcji państwa socjalistycznego i stwierdza, że w świetle tej teorii istnieją dostateczne podstawy do uznania ochrony środowiska za samodzielną, podstawową funkcję państwa socjalistycznego (s. 60) w rozumieniu, jakie tego rodzaju funkcje nadaje marksistowska teoria funkcji państwa. Niejako ilustracją realizacji tej funkcji są następnie przytoczone obszerne informacje o działalności organów władzy na wszystkich szczeblach struktury Związku Radzieckiego w zakresie spraw ochrony środowiska.

Kończą ten rozdział rozważania na temat praw człowieka do środowiska odpowiadającego jego potrzebom. Autor zwraca uwagę, że w Związku Radzieckim i w innych państwach socjalistycznych ustawodawstwo koncentrowało się najpierw na zagadnieniach bezpośredniego podnoszenia poziomu zaspokajania potrzeb materialnych i duchowych człowieka, m.in. przez ochronę jego środowiska. Wynikające stąd prawo człowieka do ochrony środowiska jest realizowane w ZSRR głównie na drodze administracyjnej. Sądowa kontrola przestrzegania prawa wiąże się tam z ochroną praw majątkowych. Byłoby bardzo interesujące, gdyby Autor wypowiedział się co do funkcjonowania administracyjnego systemu kontroli przestrzegania prawa w zakresie prawa ochrony środowiska, a zwłaszcza efektywności działania skarg, kontroli prasowej oraz kontroli prokuratorskiej.

W rozdziale III „Systemy prawne ochrony środowiska” znajdujemy interesujący szkic historyczny, jak realizowały się poglądy Lenina najpierw w „leninowskich” dekretach o ochronie przyrody, a następnie w rozwoju przedmiotowego ustawodawstwa i to zarówno w układzie całego Związku Radzieckiego, jak i republik związkowych. W rozdziale tym znalazły się rozważania na temat dla nas bardzo interesujący: zagadnienie ogólnozwiązkowej ustawy o ochronie przyrody (w naszym pojęciu — ustawy o ochronie środowiska). Okazuje się, że motywy przemawiające za wydaniem takiej ustawy są takie same, jakie wysuwa się u nas. Chodzi o skoordynowanie różnych działań ustawodawstwa i o nadanie prawu o ochronie środowiska cech niezbędnej kompleksowości, a nie o zastąpienie ustaw o ochronie poszczególnych elementów środowiska jednolitym tekstem ustawy mającej charakter kodeksu. Bardzo interesujące jest dla nas zestawienie problematyki prawnej, która, zdaniem Autora, powinna być objęta proponowaną ustawą. Polemizując z N. D. Kazancewem, Autor zdecydowanie wypowiada się przeciw włączeniu do projektowanej ustawy problematyki, która powinna być regulowana w ustawach dotyczących poszczególnych działań prawa o ochronie środowiska.

Czy istnieje w systemie prawa osobny dział, który można nazwać prawem o ochronie środowiska? Na to pytanie Autor odpowiada przecząco, powołując się na opinie większości specjalistów w tej dziedzinie prawa, Autor stwierdza, że ochrona prawna środowiska jest zabezpieczona przez wszystkie działy prawa radzieckiego (s. 152). Stanowisko to wydaje się słuszne. W odniesieniu do prawa polskiego niejednokrotnie wypowiadałem podobny pogląd. Zgadzam się również z Autorem, że terminem „prawo ochrony środowiska” można posługiwać się dla oznaczenia zakresu badań naukowych albo dla oznaczenia dyscypliny nauczanej.

Natomiast nie mogę zgodzić się z Autorem co do charakterystyki polskiej ustawy o ochronie przyrody z 7.IV.1949 r. (w tekście mylnie podano: 1948 r.). Autor określił tę ustawę, jako wyrażającą „[...] szeroko wówczas rozpowszechnioną w krajach europejskich koncepcję ochrony przyrody w wąskim pojęciu — jako ochrony tylko osobiowości przyrody” (s. 158). Tymczasem była to pierwsza w Europie ustawa oparta na nowej wówczas koncepcji ochrony: ochrony przyrody i jej zasobów. Przedmiotem ochrony są w myśl tej ustawy zasoby przyrody (na pierwszym miejscu wymienione) oraz zasługujące na ochronę obiekty przyrody w tym dawnym wąskim pojęciu. Koncepcja powstała z inicjatywy polskich uczonych, została następnie uznana i przyjęta w całym świecie i niewątpliwie ukształtowała również i myśli prawniczej drogę do koncepcji prawa o ochronie środowiska. I to niezależnie od tego, czy objęta tą ustawą koncepcja organizacyjna sprawdziła się następnie w próbie czasu, czy też nie.

W tymże rozdziale znajdują się dobrze i interesująco opracowane rozważania o stosunku międzynarodowego prawa o ochronie środowiska do prawa krajowego.

Ostatni, czwarty rozdział: „Państwowy zarząd sprawami ochrony środowiska” zawiera nie tylko bardzo bogate, usystematyzowane informacje o bardzo złożonym obrazie zarządu sprawami ochrony środowiska w ZSRR, lecz również rozważania

Autora na temat związanych z tym podstawowych zagadnień aktualnych zarówno dla Związku Radzieckiego, jak i dla nas.

Ochrona środowiska opiera się w ZSRR na specjalnych zasadach, które rozwinęły się w tym zakresie zarządu państwowego. Są to: 1) kompleksowe traktowanie zagadnień ochrony środowiska, 2) terytorialna organizacja tego zarządu w oparciu nie tylko o podział terytorialny, ale i o przyrodniczo-geograficzną rejonizację kraju, 3) oddzielenie funkcji gospodarczo-organizatorskich od funkcji kontrolno-nadzorczych. Pierwsza z tych zasad wynika z jedności świata przyrody i nierozzerwalnych związków między poszczególnymi jej elementami. Stąd szerokie wykorzystywanie wszystkiego, co może dać nauka i wiedza ekologiczna i techniczna pod postacią ekspertyz, planów, projektów technicznych, specjalnej procedury dopuszczenia do eksploatacji obiektów technicznych itd. Zasada druga znajduje wyraz w tworzeniu np. tego rodzaju jednostek zarządzania, jak jednostki zarządzania gospodarką wodną (łącznie ze sprawami ochrony wód), których organizacja opiera się na podziale na zlewnie wód. Wpływ tej zasady występuje również w innych dziedzinach zarządzania sprawami ochrony środowiska. Zasada trzecia: oddzielenie funkcji gospodarczo-organizatorskich od funkcji kontrolno-nadzorczych przejawia się w tworzeniu organów wolnych od zadań eksploatacji zasobów przyrody, a także w tworzeniu w poszczególnych systemach zarządu gospodarki narodowej specjalnych jednostek organizacyjnych ochrony środowiska. Autor przywiązuje szczególną wagę do działalności tych jednostek organizacyjnych nazywając je jednostkami międzyresortowymi lub ponadresortowymi, bo ich zadaniem jest oddziaływanie na wszystkie organy zarządu, których działalność ma związek z eksploatacją środowiska (s. 181).

Autor dokonuje szczegółowej analizy kompetencji tych właśnie organów. Uchwałą KC KPZR i Rady Ministrów ZSRR z dnia 29.XII.1972 r. „O wzmocnieniu ochrony przyrody i o poprawie w wykorzystywaniu zasobów przyrody” został włożony na Komitet Rady Ministrów do spraw nauki i techniki oraz na Akademię Nauk ZSRR obowiązek zorganizowania przy tym Komitecie Międzyresortowej Rady naukowo-technicznej do kompleksowych problemów ochrony środowiska i racjonalnego wykorzystania zasobów przyrody. Międzyresortową Radę utworzono w 1973 r. Jest to organ naukowokoordynacyjny i konsultacyjny. Dla wykonywania bieżących zadań kierownictwa i zarządzania w zakresie ochrony środowiska w strukturze Komitetu Rady Ministrów do spraw nauki i techniki został utworzony oddział do spraw wykorzystania zasobów przyrody i ochrony środowiska. Jego głównym zadaniem jest koordynowanie badań naukowych w zakresie spraw ochrony środowiska niezależnie od resortowego podporządkowania instytucji naukowo-badawczych oraz realizacja uchwał Międzyresortowej Rady. Koordynacja działalności naukowobadawczej zakładów Akademii Nauk jest sprawowana przez Radę Naukową do spraw biosfery przy Prezydium Akademii.

Następnie Autor przedstawia szczegółowy obraz zarządzania sprawami ochrony środowiska, które są rozrzucone w licznych pionach organizacyjnych i na niemal wszystkich szczeblach struktury aparatu państwa, tworząc system rozległy i bardzo złożony. Prowadzi go to do problemu „konsolidacji” tego systemu. Autor uzasadnia potrzebę konsolidacji zasadą jedności świata przyrody, a z drugiej strony koniecznością rozdzielenia w organizacji aparatu państwa funkcji produkcji od funkcji ochrony środowiska. Autor z całym naciskiem stwierdza, że racjonalne korzystanie z zasobów przyrody to jeszcze nie ochrona przyrody. I dlatego Autor podtrzymuje od dawna już w Związku Radzieckim wysuwaną koncepcję Państwowego Komitetu Rady Ministrów ZSRR do spraw ochrony środowiska. Do zakresu działania Komitetu należałyby: 1) koordynacja wszelkich zamierzeń dotyczących ochrony środowiska, 2) kontrola przestrzegania zasad ochrony środowiska, 3) przygotowywanie wniosków dotyczących poprawy jakości środowiska (s. 218).

Koncepcja ta jest zbieżna z wysuwaną w Polsce już od 1971 r. koncepcją

powołania do spraw ochrony środowiska centralnego organu o charakterze organu funkcjonalnego przy Radzie Ministrów. Autor przytacza obszerny wyciąg z jednej z moich publikacji na ten temat. Nie zgadzam się jednak z interpretacją tej mojej wypowiedzi ze strony Autora, jakoby proponował, ażeby ten nowy organ zastąpił Komisję Planowania przy Radzie Ministrów na odcinku spraw planowania ochrony środowiska. Byłoby to sprzeczne z zasadą jedności planowania w państwie socjalistycznym. Z innej mojej wypowiedzi, zawartej w tejże mojej publikacji, wynika, że ten organ miałby za zadanie w zakresie spraw ochrony środowiska tylko: 1) przygotowywanie projektów aktów prawodawczych, 2) koordynację bieżącą i rozstrzyganie sporów między resortami w zakresie spraw ochrony środowiska, 3) współdziałanie z Komisją Planowania przy Radzie Ministrów. Jaśniej tę koncepcję sformułowałem w dwa lata później w wydanej mojej pracy: *Ochrona prawna naturalnego środowiska człowieka* (Warszawa, PWN 1975, s. 354). Centralny organ do spraw ochrony środowiska nazwałem organem sztabowym przy Radzie Ministrów, a jego zakres działania określiłem w sposób następujący: 1) przygotowywanie bądź udział w przygotowywaniu aktów prawodawczych dotyczących ochrony środowiska, 2) przedstawianie Radzie Ministrów i Prezesowi R.M. wniosków dotyczących polityki państwa w zakresie ochrony środowiska, 3) w zakresie ustalonym przez Radę Ministrów i Prezesa R.M. sprawowanie ponadresortowej koordynacji w zakresie spraw ochrony środowiska, 4) kontrola wykonywana z ramienia centralnych organów władzy i administracji państwowej.

Zbieżność koncepcji O. S. Kołbasowa z koncepcją moją, obu koncepcji przedstawionych w jednocześnie opublikowanych pracach, jest niemal zupełna. Trzeba przy tym zauważyć, że te koncepcje nie są indywidualnymi koncepcjami obu autorów, lecz zarówno w ZSRR (co stwierdza Kołbasow), jak i w Polsce są już od dawna rozwijane. Świadczy to o istnieniu pewnych prawidłowości w rozwoju form organizacyjnych funkcji ochrony środowiska w państwie socjalistycznym. Praca, w której Autor w oparciu o leninowską zasadę priorytetu nauki w traktowaniu spraw ochrony środowiska i w oparciu o obszerny materiał faktograficzny i prawny w sposób prawidłowy przedstawił powiązania w układzie: ekologia: polityka — prawo, pomaga nam w wykrywaniu tych prawidłowości.

Wacław Brzeziński

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU NAUK BIOLOGICZNYCH PAN

W dniu 26 XI 1976 r. odbyła się w siedzibie Instytutu Ekologii PAN w Dziekanowie Leśnym k. Warszawy kolejna Sesja plenarna Wydziału II PAN.

W części naukowej sesji omawiane były wstępne wyniki wypraw antarktycznych organizowanych przez PAN. Prof. dr R. Klekowski poinformował na wstępie o przygotowaniach do nowej wyprawy antarktycznej, która ma wyruszyć na statku „Michał Siedlecki” 15.XII.1976 r. Celem wyprawy jest m.in. założenie stałej stacji polskiej im. Arctowskiego na Antarktydzie. Przygotowaniami do ekspedycji kieruje Instytut Ekologii, organizatorem i kierownikiem jest doc. St. Rakuza-Suszczeński. Badania ekspedycji będą prowadzone m.in. w ramach problemu międzynarodowego „Kompleksowe badania Antarktydy ze szczególnym uwzględnieniem zasobów surowcowych”. Jednym z takich zasobów są ogromne na niektórych obszarach morskich i w pewnych okresach skupienia skorupiaka morskiego — kryla (do 300 kg w m³ wody).

Uzupełniając informację prof. Klekowskiego, Sekretarz Wydziału II, prof. dr A. Urbanek poinformował zebranych o projekcie utworzenia Naukowego Komitetu Badań Antarktydy PAN.

W dalszym ciągu doc. dr St. Rakuza-Suszczeński poinformował zebranych o wstępnych wynikach badań poprzedniej ekspedycji antarktycznej, wyjaśniając dokładniej sprawę występowania i biologii kryla, możliwość jego wykorzystania jako surowca organicznego, zawierającego dużo białka (jest kilka takich możliwości) oraz o podjęciu decyzji dalszej eksploatacji przez Polskę zasobów kryla. Komunikat był ilustrowany przezroczami. W toku ożywionej dyskusji prof. Klekowski m.in. wysunął tezę o konieczności podjęcia eksploatacji ogromnych zasobów (przynajmniej ok. 100 mln t) kryla w związku z wyniszczeniem wielorybów, które się nim żywiły i możliwością wypełnienia tej luki nie przez człowieka, lecz przez inne organizmy, których połowy oraz eksploatacja byłyby dla człowieka trudne.

W części organizacyjnej Sesji zatwierdzono plan sesji plenarnych i posiedzeń sekretariatu na 1977 r., omówiono udział Wydziału w obchodach XXV-lecia Polskiej Akademii Nauk oraz sprawy bieżące.

Następnie w wyniku tajnego głosowania członków PAN podjęto uchwałę o przyznaniu nagród naukowych Wydziału za 1976 r. Pełny wykaz tych nagród umieszczamy w niniejszym numerze „Kosmosu”.

W. M.

II KONGRES ICHTIOLOGÓW EUROPEJSKICH

Paryż, 7—11.IX.1976

W dniach 7—11 września 1976 r. odbył się w Paryżu II Kongres Ichtiologów Europejskich (II Congressus Europaeus Ichtiologorum). Choć w założeniu był tylko europejskim, udział ichtiologów z niemal wszystkich kontynentów dobitnie świadczył o jego randze. Na oficjalną liczbę 262 uczestników, 38 było spoza Europy i tak z Kanady — 9 osób, USA — 11, Brazylii — 6, Afryki Płd. — 2, Izraela — 2, z Indii, Iranu, Japonii, Australii i in. po jednej osobie. Z Polski było 7 osób, choć Polaków nieco więcej.

Pierwsza inicjatywa porozumienia między ichtiologami wyszła z grona kolegów jugosłowiańskich, którzy zaprosili na pierwsze spotkanie wielu ichtiologów do Sarajewa w 1973 r. Był to pierwszy Kongres, niejako zapoznawczy, na którym uzgodniono celowość związania się w oficjalnej organizacji międzynarodowej. W okresie międzykongresowym postanowiono przygotować statut i niezbędne akty potrzebne do powołania unii ichtiologicznej. Wyłoniony Komitet poprzez delegatów w poszczególnych krajach miał za zadanie uzgodnienie stanowisk poszczególnych państw. Co też istotnie miało miejsce. Ze strony polskiej takim organizatorem był doc. dr hab. Jan Szczerbowski z Wydziału Ochrony Wód i Rybactwa Śródlądowego Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie.

W wyniku tych przygotowań w ostatnim dniu obrad paryskich została oficjalnie powołana Unia Europea Ichthyologorum — UEJ — Unia Europejska Ichtiologów. Przy czym na wniosek polski przyjęto oficjalnie nazwę w języku łacińskim.

W czasie dyskusji liczni uczestnicy pozazuropejscy występowali za powołaniem instytucji o szerszym zasięgu — ogólnosiwiatowym. Z uwagi jednak na poczynione już uzgodnienia postanowiono pozostać przy dotychczasowej koncepcji, co nie przeszkadza w przyszłości powołaniu szerszej instytucji niezależnie, bądź później — szym rozszerzeniu zakresu świeżo powołanej Unii.

Wybrano Komitet Wykonawczy UEJ w składzie: T. Vuković (Jugosławia) — prezydent, A. N. Svetovidov (ZSRR), E. Montén (Szwecja) i J. C. Hureau (Francja) — wiceprezydenci, sekretarzem generalnym został S. Cataudella (Włochy), członkami: C. Almaça (Portugalia), P. S. Economidis (Grecja), J. P. Grosse (Belgia), W. Klausewitz (RFN) i J. Szczerbowski (Polska).

Pod względem naukowym Kongres nie miał określonego profilu i złożyły się na jego treść referaty zgłoszone przez uczestników. Niemniej pozwolił się zorientować w światowym poziomie badań ichtiologicznych. Przy czym dotyczył wyłącznie badań naukowych a nie rybackich.

Oficjalnie też nie było podziału na sekcje, choć zebrane grupy referatów siłą rzeczy wiązały się w takie zagadnienia, jak: genetyka i ewolucja, filogeneza i systematyka, biogeografia, zespoły faunistyczne, ekosystemy specjalne, eksploatacja i dynamika populacji, migracje, kolekcje ichtiologiczne i muzealnictwo, ochrona ryb.

Ogółem wygłoszono ponad 200 referatów, a uczestnicy otrzymali ich treść na początku w formie powielonej. W zespołach obradowano w godz. 9—11 i 14—16 równocześnie w 5 salach i jak zwykle na kongresach, niepodobna było być na wszystkich interesujących referatach, zwłaszcza jeśli ktoś wykazywał szersze zainteresowania.

Natomiast dwukrotnie w ciągu dnia odbywały się posiedzenia plenarne w godz. 11.30—12.30 i 16.30—17.30. Były one poświęcone szerszym lub nawet specjalnym zagadnieniom i wyglądały na referaty zamówione u specjalistów. Plenarne obrady były przekazywane jednocześnie w językach: francuskim, angielskim i rosyjskim.

Poza referatami odbyło się parę zebrań specjalnych, coś w charakterze „okrągłego stołu”, choć oficjalnie nie nadawano im tej rangi. Były to po prostu spotkania osób zainteresowanych danym problemem. Należy nadmienić, że wszystkie obrady odbywały się w bardzo miłej atmosferze spokojnych bezpośrednich omówień, bez nadawania tonu oficjalnych wystąpień kongresowych. Gospodarze stworzyli naprawdę miłą atmosferę. Wynikiem obrad były zgłoszone ustalenia oficjalnie zaaprobowane przez końcowe plenum Kongresu:

I. Widzi się celowość stworzenia na wzór Stanów Zjednoczonych AP i Kanady europejskiej inwentaryzacji systematycznej ichtiofauny, ryb dzisiejszych, jak i kopalnych. Z ramienia UEI odpowiedzialny J. P. Gosse (Belgia) i J. C. Hureau (Francja). Dr Bruce Collette z National Marine Fisheries Service, który przyczynił się do realizacji na zachodniej półkuli „National Plan for Ichthyology” został poproszony o współudział.

II. Należy przystąpić do opracowania na wzór dotychczasowego opracowania

„Clofnam” analogicznego opracowania dla północno-wschodniego Atlantyku i Morza Śródziemnego, ale z pełnymi opisami gatunków, ilustracjami i kluczem. Powołano zespół roboczy w składzie: C. Almaça (Portugalia), A. Ben Tuvia (Izrael), J. C. Hureau (Francja), J. Nilsen (Dania), M. Stehman (RFN), E. Tortonese (Włochy). Tymczasowym sekretarzem został P. Whitehed (W. Brytania).

III. Grupa specjalistów opracuje katalog ryb wód śródlądowych Afryki pn. „Clofoa” w formie opisów, kluczy i kompletną bibliografią. Skład zespołu: J. Arnoult (Francja), J. Daget (Francja) — sekretarz, M. Poll (Belgia), T. R. Roberts (USA) i D. E. K. Thys Van den Audenaerde (Belgia). Propozycja dokooptowania: P. H. Greenwood (Zjedn. Król.), R. A. Jubb (Zjedn. Król.), A. F. A. Látif (Egipt) i V. Sagua (Nigeria).

IV. Opracować na wzór „Clofnam” tereny na południe, obejmujące wschodnią część Atlantyku tropikalnego, od 30° N szerokości po równoleżnik odpowiadający ujściu rzeki Cunene w Afryce Zachodniej — 17°15' S. Przy czym ustalenie granicy zachodniej ma nastąpić później. Akcja otrzymała kryptonim — „Clofeta”. Na organizatora został powołany dr J. C. Quero z Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes w La Rochelle.

V. Kongres Europejskich Ichtiologów wyraża życzenie celowości opracowania katalogu ryb brzegów południowoamerykańskich Atlantyku tropikalnego na wzór „Clofeta”.

Po kongresie w dniach 11—14 września odbyła się wycieczka do Bretanii na trasie Paris — Nantes — Quimper — Carnac — Concarneau — Brest — Roscoff — Morlaix — Saint Malo — Mont Saint Michel — Paris. Wycieczka nie miała charakteru wyłącznie turystycznego, choć w tej dziedzinie pozostawiła uczestnikom niemałe wrażenia.

W Nantes zwiedzono Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, odpowiednik naszego MIR'u w Gdyni. Następnie pod Brestem świeżo wybudowany (1974) z wielkim rozmachem Centre Océanologique de Bretagne. W Concarneau pokazano jeden z największych portów rybackich na wybrzeżu francuskim. Obserwowano aukcję ryb na targowisku. Poza tym pokazano kilka aktualnie rozwijanych urządzeń z zakresu marikultury.

Żałować należy, że w tej pożytecznej eskapadzie większość uczestników z Polski nie mogła wziąć udziału z racji ograniczeń walutowych.

Eugeniusz Grabda

DRUGI ZJAZD WSZECHZWIĄZKOWEGO TOWARZYSTWA PROTOZOOLOGICZNEGO

W dniach 27—29 września 1976 r. odbył się w Kijowie Drugi Zjazd Wszechzwiązkowego Towarzystwa Protozoologicznego. Organizatorem Zjazdu była Akademia Nauk ZSRR i Akademia Nauk USRR. W obradach Zjazdu wzięło udział ponad 400 osób, specjalistów w dziedzinie protozoologii ogólnej, medycznej i weterynaryjnej.

Na pierwszym plenarnym posiedzeniu wystąpili: prof. J. I. Poljański, akad. A. P. Markiewicz, doktor nauk medycznych I. K. Padczenko i prof. Sz. D. Moszkowski. Mówili oni o aktualnych problemach i zadaniach protozoologii, a także o stanie badań protozoologicznych na Ukrainie.

Obrady Zjazdu toczyły się w sekcjach. Sekcja protozoologii ogólnej — (przewodniczący akad. A. P. Markiewicz, zastępca prof. J. I. Poljanski). Przedstawione na tej sekcji doniesienia dotyczyły problemów morfogenezy pierwotniaków, ich budowy ultrastrukturalnej oraz funkcji organelli odpowiedzialnych za życiowe funkcje

organizmów jednokomórkowych. Były również wystąpienia poświęcone systematyce, ekologii *Protozoa* — pierwotniaków występujących w różnych zbiornikach wodnych i w glebie, wiele mówiło się również o pasożytniczych pierwotniakach zwierząt wodnych i lądowych, a także człowieka. Specjalną uwagę poświęcono ogólnym problemom protozoologii, a mianowicie sprawom genetyki, specyficzności biologii, biochemii, fizjologii i praktycznego znaczenia pierwotniaków. W obradach tej sekcji zanotowano 56 wystąpień i dużą liczbę krótkich komunikatów.

Sekcja protozoologii medycznej (przewodniczący prof. M. N. Melnik, zastępca prof. J. H. Teras). Zanotowano w tej sekcji 44 wystąpienia i ok. 20 krótkich komunikatów, w większości zgłoszonych już w trakcie trwania obrad Zjazdu. Wystąpienia te były poświęcone ogólnym problemom protoparazytologii w znaczeniu medycznym: toksoplazmozie, malarii, amebom, trichomonadom, lambliozom, jak również mieszanym inwazjom pierwotniaków jelitowych.

Sekcja protozoologii weterynaryjnej (przewodniczący akad. M. A. Musajew, zastępca prof. N. A. Kolabskij). Podczas tej sekcji, poza problemami o znaczeniu ogólnym, mówiono o piroplazmozie, kokcidiozie, nosemie, anaplazmozie, histomonozie, sarkomatozie, trichomonozie, trypanosomozie, balantidiozie i o innych pierwotniaczych chorobach zwierząt gospodarczych i przemysłowych. Ogółem było 45 wystąpień i 15 komunikatów.

Po wystąpieniach i komunikatach miały miejsce interesujące dyskusje zakończone krótkimi podsumowaniami. Prace w sekcjach trwały od rana do późnego wieczora, czas wystąpień był podporządkowany regulaminowi, były one wypełnione bogatą i interesującą treścią.

Zjazd był dobrze zorganizowany i jest w tym duża zasługa komitetu organizacyjnego, szczególnie zaś honorowego członka Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego, akad. A. P. Markiewicza, doktora I. K. Padenko i kand. biol. nauk S. M. Kostenko. Są to osoby zarządzające Ukraińskim Oddziałem Wszechzwiązkowego Towarzystwa Protozoologicznego. Wszystkie wystąpienia Zjazdu zostały opublikowane w „Materiałach II Zjazdu Wszechzwiązkowego Towarzystwa Protozoologicznego”, obejmujących: I część — Protozoologia ogólna, II część — Protozoologia medyczna, III część — Protozoologia weterynaryjna. Redaktorem materiałów jest A. P. Markiewicz.

Na ostatnim plenarnym posiedzeniu Zjazdu zostało przedstawione sprawozdanie Centralnej Rady Wszechzwiązkowego Towarzystwa Protozoologicznego (prof. J. I. Poljańskij), a następnie wybrano nową centralną radę WOPR. Prezydentem towarzystwa został wybrany ponownie prof. J. I. Poljańskij, członkami prezydium — akad. A. P. Markiewicz, akad. M. A. Musajew, prof. I. W. Abramow, doktor nauk biologicznych L. N. Serawin, prof. J. H. Teras i kand. biol. nauk T. W. Bejer (sekretarz naukowy).

Teksty doniesień na Zjazd znajdują się w Bibliotece Zakładu Parazytologii PAN.

Irena Wita

WSZECZWIĄZKOWE SEMINARIUM „PROBLEMY BIOENERGETYKI ORGANIZMU I STYMULACJI PROMIENIOWANIEM LASEROWYM”

Alma-Ata 1976 r.

Seminarium na powyższy temat obradowało w dniach 26—28 października 1976 r. w Uniwersytecie Kazachskim im. S. M. Kirowa w Alma-Ata. Zorganizowane ono było przez rektora tego uniwersytetu prof. dra inż. U. A. Dżoldasbekowa i kierownika katedry biofizyki prof. dra W. M. Injuszina, oraz dr L. A. Kireewą i współpracowników. Odbędzie się ono pod patronatem Ministerstwa Wyższego i Śred-

niego Szkolnictwa ZSRR, analogicznego ministerstwa Kazachskiej SRR, Uniwersytetu Kazachskiego i Naukowo-Metodycznej Rady Problemów Zastosowania Laserów w Gospodarce Rolnej i Produkcji przy Prezydium WASCHNIL (przy współpracy ok. 50 placówek naukowych). Na tym wszechzwiązkowym seminarium reprezentowane były czołowe ośrodki naukowe Związku Radzieckiego oraz Polska i niektóre kraje skandynawskie. Jednym z referatów plenarnych było opracowanie przygotowane przez prof. dra J. Aleksandrowicza i autora niniejszego sprawozdania. Dotyczyło ono nowych metod badań ilości, proporcji i rozmieszczenia mikroelementów i pierwiastków śladowych w obrębie pojedynczych komórek krwi ludzi zdrowych oraz chorych na różnego rodzaju hemocytopenie, przede wszystkim na białaczki. W oparciu o wspólny program badawczy Kliniki Hematologicznej AM w Krakowie oraz Ośrodka Badawczo-Rozwojowego GSCh (Górnictwa Surowców Chemicznych) przy Zjednoczeniu KSCh (Kopalnictwa Surowców Chemicznych) i przy współpracy z kilkoma wyspecjalizowanymi laboratoriami wykonano porównawcze analizy m.in. takich pierwiastków, jak Mg, Ca, Fe, Mn, Hg, Se, Zn, Pb w komórkach prawidłowych oraz patologicznych. W odniesieniu do niektórych z tych pierwiastków stwierdzono istotne niedobory w komórkach krwi ludzi chorych na białaczki. Wykonano też szczegółowe analizy różnych próbek soli kopalnej. Wynika z nich możliwość stosunkowo szybkiego uzupełniania deficytów tych pierwiastków poprzez stosowanie odpowiednich gatunków soli np. z Wieliczki i Kłodawy. Przedstawiono także przegląd danych wskazujących na możliwość wykorzystania podaży właściwej ilości zespołów pierwiastków śladowych i czynników o działaniu synergistycznym — dla profilaktyki także szeregu innych schorzeń, których częstotliwość wzrasta (głównie niektórych chorób nowotworowych i wad wrodzonych). Zaproponowano, aby w ramach systemu „Interkosmos” prowadzono m.in. badania satelitarne pod kątem identyfikacji obszarów z niedoborem różnych mikroelementów w glebie, wodzie i roślinności — po to, aby na tych obszarach koncentrować badania tych pierwiastków w ramach tzw. monitoringu komórkowego, a następnie — aby uzupełniać żywność ludności tych regionów w deficytowe składniki nieorganiczne.

Referat ten wzbudził bardzo żywe zainteresowanie i chęć współpracy przedstawicieli kilku radzieckich ośrodków naukowych. Autorowi sprawozdania zaproponowano w związku z tym wygłoszenie wykładu dla pracowników naukowych wydziałów: medycznego, biologicznego, chemicznego i technicznego Uniwersytetu Kazachskiego w Ałma-Ata (odbył się on w dniu 29 października).

Ogólnie można stwierdzić, że na omawianym Seminarium przedstawiano zarówno referaty dotyczące badań podstawowych w zakresie bioenergetyki komórek i organizmów żywych z uwzględnieniem nowych i oryginalnych koncepcji bioelektronicznych, jak też referaty odnośnie do praktycznego zastosowania laserów w lecznictwie i gospodarce żywnościowej. Prace prof. W. M. Injuszina i jego współpracowników uważane są za wiodące w skali międzynarodowej zarówno w zakresie badań podstawowych w tej dziedzinie, jak też odnośnie do zastosowań medycznych i rolniczych. W nawiązaniu do odkrycia — w 1923 r. przez innego radzieckiego naukowca, prof. Gurwicza — promieniowania mitogennego, dąży on do rozwijania teorii pola biologicznego dla lepszego zrozumienia mechanizmów homeostazy i integracji organizmu. Prace te prowadzone są na gruncie teorii holistycznej i zostały zainspirowane przez zmarłego w 1973 r. w wieku 89 lat polskiego pochodzenia naukowca, członka Kazachskiej Akademii Nauk prof. Bronisława Dombrowskiego. Istotną rolę odgrywają w tym względzie zarówno szerokie prace badawcze zespołu Injuszina, jak też prowadzone przez niego od 1969 r. seminarium w Ałma-Ata. Referentami na tym seminarium było ponad 70 wybitnych specjalistów z różnych ośrodków radzieckich i zagranicznych. Miałem okazję przekonać się, jak wielkie jest zainteresowanie tym seminarium ze strony pracowników naukowych z bardzo różnych dziedzin, np. medycyny, biologii, fizyki itd. Duża sala nie mogła

pomieścić wszystkich zainteresowanych, a żywość i wnikliwość dyskusji stanowiła rzeczywiście przykład do naśladowania. Referaty i dyskusje trwały wiele godzin, a mimo tego nikt z uczestników nie opuścił seminarium. W szerokiej dyskusji uczestniczyli zarówno starsi i młodszy pracownicy naukowcy, jak też studenci. Te formy pracy koncepcyjnej i wymiany doświadczeń metodycznych będą zintensyfikowane w najbliższej przyszłości w Alma-Ata.

Prof. Injuszyn w wykładzie inauguracyjnym seminarium podkreślił m.in., że istotną rolę w badaniach nad bioenergetyką organizmu odgrywa koncepcja bioplazmy, stworzona przez polskiego naukowca, prof. W. Sedlaka. Coraz więcej danych naukowych wskazuje na celowość rozwijania badań nad bioplazmą i jej rolę w biopolu, które wydaje się odgrywać decydującą rolę w procesach regulacji zarówno na poziomie komórek, jak też całych biocenoz. Szczególną wagę przywiązuje się do działania światła widzialnego i ultrafioletowego. Przypuszcza się, że dzieląca się komórka jest jakby biologicznym laserem emitującym zwiększoną ilość promieniowania UV, które zmienia stan energetyczny komórek sąsiednich. Czynniki środowiskowe, zaburzające biopole, mogą prowadzić do różnego rodzaju procesów patogennych. Mogą one więc stanowić punkt wyjścia w etiologii bardzo różnych schorzeń. Istnieją już bardzo liczne dane doświadczalne i kliniczne, że zastosowanie odpowiednich laserów może służyć „korygowaniu” tych zaburzeń i może stanowić niezwykle cenne nowe narzędzie lecznicze. Bardzo perspektywiczne wydają się badania nad synergistycznym efektem stosowania określonych pierwiastków śladowych i monochromatycznego, koherentnego światła czerwonego o dużej energii. Dotyczy to zarówno terapii niektórych schorzeń, jak też zwiększania plonów podstawowych zbóż i warzyw (np. podczas gdy działanie samym laserem na nasiona zwiększa plon o ok. 25%, a poddanie działaniu roztworu określonego mikroelementu podwyższa plon o kilkanaście procent, to łączne działanie obu tych czynników może dać wzrost produkcji rolnej w wyższym procencie, niż wynikałoby to z sumy ww procentowych danych). Pokazywano nam filmy dokumentalne, obrazujące m.in. przygotowanie nasion na zasadzie stymulacji laserowej. Wyniki wstępnych doświadczeń były tak zachęcające, że obecnie obsiewane takim ziarnem obszary zaczyna się liczyć w Kazachstanie na tysiące ha. Zresztą napromieniowanie nasion laserem wpływa nie tylko na istotny wzrost plonów, ale także na ich jakość. Mogliśmy się o tym przekonać np. podczas porównawczej degustacji pomidorów czy ogórków. Te, które wyrosły z nasion poddanych laserowej stymulacji, były nie tylko większe, ale smaczniejsze i zawierały więcej witamin oraz węglowodanów. Radzieccy naukowcy — a szczególnie dr I. S. Marzenko z Brianska — opracowali także, jako pierwsi, biopole systemów leśnych, a następnie wyciągnęli z tego praktyczne wnioski w zakresie gospodarki leśnej, a szczególnie metody optymalnego sadzenia młodnika. Najwięcej jednak referatów, przedstawionych na seminarium, dotyczyło niezwykle różnorodnych zastosowań klinicznych laserowej biostymulacji. Kilka lat temu zainicjował prof. Injuszyn współpracę biofizyków z Kliniką Ministerstwa Zdrowia Kazachskiej SRR. Dziś prowadzi on współpracę z ok. 30 klinikami. Przedstawione były wyniki badań (przeprowadzonych nieraz na dwu i więcej tysiącach pacjentów) w zakresie możliwości zastosowania laserów do leczenia różnorodnych schorzeń onkologicznych, neurologicznych i endokrynologicznych, ortopedycznych oraz stomatologicznych i innych. Warto przynajmniej zasygnalizować niektóre z tych niezwykle ważnych praktycznie prac. Prof. W. B. Lemus z WAM w Leningradzie omówił ogólnobiologiczny aspekt ewolucyjnej ekonomiki bioenergetycznych procesów na poziomie poszczególnych narządów i całego organizmu. Z punktu widzenia mechanizmów adaptacyjnych dokonał on krytyki stereotypowych metod leczenia, bez uwzględniania korzystnych zmian bioenergetycznych i innych obronnych mechanizmów związanych z integracją różnych układów w obrębie organizmu. Wykazał potrzebę bardzo wnikliwej i kompleksowej analizy stanu organizmu na tle działających na niego czynników środowiskowych. Metodyka

ta ma m.in. zastosowanie przy terapii laserowej. Nowe dane, wskazujące na zasadność analizy np. krwi jako systemu przestrzennie uporządkowanego, dostarczył referat kand. nauk biol. Beklemiszewa z Uniw. Kazachskiego. Na tle troficznej funkcji krwi wykazał on wysoki stopień integracji np. erytrocytów w aspekcie termodynamicznym. Badacz ten stwierdził zmiany różnych właściwości krwi, m.in. elektroluminescencji u ludzi zdrowych i chorych m.in. na raka płuc. Wykrył też różną reakcję erytrocytów i osocza po napromienieniu laserem (wywołane zmiany cofały się z czasem tylko w erytrocytach). Prof. Injuszina natomiast uzyskał za pomocą laseru szybszy i bardziej długotrwały wzrost liczby erytrocytów, niż było to możliwe za pomocą napromieniania doświadczalnych ssaków światłem niekoherentnym o podobnej długości fali. Otwiera to nowe perspektywy leczenia niektórych hemocytopatii.

Prof. N. W. Michajłow (który nb. uczestniczył aktywnie w wyzwalaniu szeregu polskich miast w 1945 r. i który z olbrzymim sentymentem i zainteresowaniem pytał o ich aktualny stan) z WSzWet. z Kazania przedstawił charakterystykę układu nerwowego w aspekcie bioelektroniki, ze szczególnym uwzględnieniem regulacji funkcji troficznych nerwów. Dr A. S. Romen omówił procesy samoregulacji w obrębie organizmu, oraz zjawiska bio- i psychoenergetyki na podstawie oryginalnych badań i eksperymentów klinicznych nad psychoregulacją. Pierwsze wyniki swych prac przedstawił on w 1968 r., a obecnie wydał książkową publikację na ten temat oraz zaprezentował filmy dokumentalne. Dr T. M. Szakirowa i dr B. Z. Szuiskaja zaprezentowały interesujące efekty lecznicze zastosowania laseru helowo-neonowego w odniesieniu schorzeń nerwu twarzowego. Szakirowa i wsp. zapoznali nas także z funkcjonowaniem terapii laserowej stosowanej — w miejscach wskazywanych przez podręczniki akupunktury — przy różnych schorzeniach neuro-motorycznych, a także przy ubytkach kostnych. Leczenie takie prowadzone jest już rutynowo w ramach wzorcowego szpitala rehabilitacyjnego dla dzieci w okolicach Ałma-Aty. Za pomocą podobnego laseru typu LG-75, oraz aparatu W. M. Injuszina i W. I. Ostrjanina, kand. med. nauk. W. W. Kaługin z Inst. Med. w Celinogradzie przeprowadził promienioterapię szeregu schorzeń dermatologicznych. Nie stwierdzono żadnych efektów ubocznych tego rodzaju leczenia, a równocześnie wykazano jego szczególną skuteczność w odniesieniu do niektórych chorób skóry — co można weryfikować za pomocą nowego testu. Prof. dr D. L. Korytnyj wykazał wielką użyteczność laseroterapii przy leczeniu różnorodnych schorzeń stomatologicznych m.in. aft i paradentoz (z Inst. Medycznego w Ałma-Ata).

Można więc stwierdzić, że badania zainspirowane i koordynowane przez prof. Injuszina znalazły już szerokie zastosowanie w lecznictwie i gospodarce rolnej. Uzasadnia to obecność podobizny mózgu i liścia na stylizowanym znaczku przygotowanym dla uczestników Seminarium. Badania podstawowe służą poznawaniu wspólnych dla wszystkich żywych organizmów procesów bioenergetycznych, a opracowywanie praktycznych metod laserowej biostymulacji pozwala już obecnie na bardziej skuteczne, masowe leczenie wielu schorzeń oraz na zwiększanie ilości i podnoszenie jakości niektórych produktów rolnych.

Zarysowują się niezwykle interesujące perspektywy współpracy naukowej dla przedstawicieli wielu różnych specjalności. Współpraca ta może mieć istotne znaczenie dla poznawania bioplazmy oraz dla ochrony zdrowia i rozwoju gospodarki rolnej także w naszym kraju.

Warto wspomnieć, że zorganizowano ciekawą wycieczkę do położonego w górach Tień-Szań ośrodka łyżwiarskiego „Medeo”, będącego zaczątkiem centrum sportowego, gdzie, być może, odbędzie się olimpiada zimowa w 1988 r.

Należy podkreślić sprawność organizacyjną i wielką gościnność gospodarzy Seminarium w Ałma-Ata, a przede wszystkim wysoki poziom naukowy i nowatorskość przedstawionych referatów.

Istnieje wyraźna potrzeba kontynuacji tego rodzaju seminariów w przyszłości w wiodącym w zakresie omawianej problematyki ośrodku naukowym, tj. w Katedrze Biofizyki Uniwersytetu Kazachskiego im. S. M. Kirowa w Ałma-Ata.

Jan Dobrowolski

VI MIĘDZYNARODOWE KOŁOKWIUM ZOOLOGII GLEBOWEJ

Tym razem miało miejsce w Uppsali, a właściwie w Ultuna 5 km na S od Uppsali, na terenie „The Swedish College of Agriculture”. Całe spotkanie odbywało się pod hasłem „Organizmy glebowe jako składniki ekosystemów”, ustalonym trzy lata temu w Pradze (por. Przegl. zool., 18: 284).

Organizacja spotkania odbiegała znacznie od dotychczasowego schematu. Nie było żadnych sekcji. Wybrano natomiast cztery przewodnie tematy, dookoła których zgromadzono korespondujące doniesienia. Na każdy temat poświęcono jeden dzień obrad. Pozostałe doniesienia prezentowano metodą demonstracyjną na tzw. „poster session”.

Pierwszego dnia obrad (21 VI 1976), po trzech krótkich wystąpieniach oficjalnych, pracowano nad tematem „Struktura zespołów i odgraniczanie nisz w systemie glebowym”. Przewodniczył dr J. M. Anderson (Wielka Brytania), który trzy lata wcześniej w Pradze, zwrócił uwagę doniesieniem pt. „The enigma of soil animal diversity”. Fauna, a szczególnie mezofauna glebowa odznacza się ogromnym bogactwem jakościowym i ilościowym. Ma ona dość jednolite wymagania pokarmowe i do niedawna wyobrażano sobie, że żyje w stosunkowo słabo zróżnicowanym środowisku. Nowsze techniki badawcze (skrawanie profilu glebowego i przygotowywanie preparatów, dających się oglądać co najmniej za pomocą binokularu) pozwoliły wnikać głębiej w strukturę powierzchniowych warstw profilu glebowego, która okazała się niezwykle złożona. Tenże dr Anderson wyróżnił w ok. 8 cm warstwie profilu gleby leśnej kilkanaście różnych mikrośrodków, które przy standardowych badaniach fauny glebowej zwykle uchodzą uwadze obserwatora. Tego rodzaju tematyka została podjęta przez szereg innych osób, pracujących w różnych częściach świata na różnym materiale. Osiągnięte wyniki stanowiły trzon wystąpień w pierwszym dniu obrad.

Obrady, jak zresztą każdego dnia, rozpoczęły się swego rodzaju wystąpieniem integrującym (przewodniczącego), który zwrócił uwagę na różnorodne aspekty rozmieszczenia zwierząt, decydujące w wyniku o strukturze zespołów zwierząt glebowych. Są to takie czynniki jak wielkość zasięgu, czynniki autekologiczne, konkurencja, sukcesja, rozmiary zwierząt, wreszcie kategoria taksonu, z którym mamy do czynienia etc.

W poszczególnych wystąpieniach informowano o następujących mechanizmach segregacji zwierząt (lub odgraniczania nisz) w systemie glebowym: J. A. Friend i A. M. M. Richardson, badając dwa gatunki obunogów, żyjące w glebie leśnej w Tasmanii, stwierdzili zróżnicowane sezony rozrodu, różną liczbę lęgów, różną długość okresu lęgowego oraz różną głębokość zasiedlenia, wynikającą z różnych wymagań w stosunku do wilgotności, temperatury i zapotrzebowania tlenowego. T. S. Perel analizowała właściwości biologiczne i ekologiczne dżdżownic na transekcji S-N w ZSRR, obejmującym różne jednostki krajobrazu. Stwierdziła, że podstawą izolacji poszczególnych gatunków są różne wymagania pokarmowe oraz zajmowanie różnych obszarów przestrzeni, zarówno w pionie, jak i w poziomie. Dżdżownice wykazują również cały szereg przystosowań morfologicznych i fizjologicznych do określonych nisz. Zarówno materiały prezentowane przez Australijczyków jak i przez dr Perel są jednocześnie dobrym przykładem radiacji adaptatywnej. F. Athias-Binche uznała za podstawę rozmieszczenia Uropodides w glebie

leśnej we Francji wymagania pokarmowe (żywa grzybnia i glony), które decydują o występowaniu tych roztoczy przede wszystkim w świeżej ściółce (33% biomasy) i w warstwie fermentacyjnej (52%). R. C. Davies badał nisze jednego gatunku krocionoga i trzech gatunków równonogów w ekosystemie trawiastym w Anglii. Stwierdził również izolację przestrzenną. Krocionóg zajmował głębsze warstwy profilu i miał rozkład prawie równomierny, zaś równonogi zajmowały warstwę powierzchniową i wykazywały izolację poziomą poprzez rozkład skupiskowy.

Trzy komunikaty dotyczyły obszarów skrajnie zimnych: antarktycznych (W. Block), Alaski (S. F. Maclean Jr.) oraz tundry na Półwyspie Tajmyr (Y. I. Chernov). Z doniesień tych autorów wynika, że w warunkach skrajnie zimnego klimatu czynnik konkurencji ma małe znaczenie, zaś zwierzęta glebowe znajdują się pod przemożnym wpływem abiotycznych czynników środowiska i mają specjalne przystosowania do przeżywania w niskiej temperaturze. Dr Block stwierdził np. zdolność niektórych stawonogów glebowych do ulegania przechłodzeniu (niezamarnianiu) w granicach do -30°C .

Pozostałe doniesienia miały za przedmiot elementy opisu struktury zespołów zwierząt glebowych. Kilka doniesień stanowiły standardowe opisy względnego udziału taksonów w różnych środowiskach w zależności od, mówiąc ogólnie, wartości edaficznej gleby (D. Selga, J. C. Simón, J. M. Acón oraz J. Singh i K. S. Pillai). M. Kaczmarek poinformowała o znaczeniu względnego udziału osobników, następujących po sobie stadiów rozwojowych skoczogonek, dla oceny stopnia redukcji populacji. Y. Delettre i P. Trehen mówili o ochotce glebowej *Limnophes pusillus* Eaton, która wykazuje bardzo interesujące przystosowanie w zakresie struktury wiekowej populacji, pozwalające na optymalne wykorzystanie okresowych warunków, sprzyjających dla rozrodu. Ma ona mianowicie stały zapas IV larw, które w zależności od wilgotności gleby są gotowe do przejścia poprzez stadium poczwarki w imago. H. Żyromska-Rudzka relacjonowała o wpływie intensywnego nawożenia NPK na łące na populację mechowców (*Acari, Oribatei*). Wpływ nawożenia zachodzi za pośrednictwem roślinności, jest więc opóźniony (o jeden sezon) i polega na wzroście biomasy poprzez wzrost ilości osobników, zachodzący do trzeciego roku włącznie, bez zmian jakościowych. Zaznacza się przede wszystkim w powierzchniowej warstwie profilu glebowego.

Ogólna dyskusja miała miejsce po wygłoszeniu wszystkich referatów. Największe zainteresowanie uczestników wywołały proste układy ekologiczne strefy arktycznej i antarktycznej. Na zakończenie dr Anderson podsumował wyniki obrad w nieco przydługim wystąpieniu.

Drugi dzień obrad poświęcono „znaczeniu organizmów w obiegu substancji odżywczych”. Przewodniczył dr D. E. Reichle (USA), który dokonał również wprowadzenia w zagadnienie. Z hasłem przewodnim dnia łączyło się 16 doniesień.

Interesujące, choć nie eksponowane w programie, uwagi pt. „Ecologie et paraecologie dans les estimations de la contribution faunique aux cycles biogéochimiques” wygłosił dr M. B. Bouche. Ekologia od dawna cierpiała na swego rodzaju dwoistość. Zawsze istniał kierunek „terenowy” oraz zawsze istniał kierunek „laboratoryjny”. Kierunek terenowy osiągał wyniki mniej precyzyjne, zaś w laboratoriach otrzymywano dokładne dane ilościowe, które dr Bouche nazywa „artefaktami”. Dodatkowo ekologia gleby cierpi zdaniem dra Bouche z tego powodu, że na ogół punkt wyjścia w badaniach stanowi jakaś określona grupa organizmów, co uniemożliwia podejście całościowe. Obecnie powstają warunki pozwalające przezwyciężyć te wszystkie trudności. Przyszłość ekologii gleby widzi dr Bouche w badaniach zorientowanych na cykle biogeochemiczne (a nie taksony organizmów), zaś zastosowanie matematycznego modelowania i metod symulacyjnych umożliwi całościowe ujmowanie procesów w naturze i osiąganie kolejnych przybliżeń modeli do realnych układów.

Tym wymaganiom odpowiadało najbardziej doniesienie prof. J. Gołębiowskiej

i dra hab. L. Ryszkowskiego pt.: „Energy and carbon fluxes in soil compartment of agroecosystem”. Autorzy ci opracowali model przepływu energii i węgla w uprawianej części profilu glebowego, przy stosunkowo prostym płodozmianie, na podstawie takich danych mierzalnych jak: biomasa organizmów, wprowadzony nawóz, usuwana z pól produkcja, zawartość C i ATP w glebie, sumaryczne oddychanie heterotrofów.

Krażeniem pierwiastków w ekosystemie glebowym zajmowali się ponadto: K. Cromack i in. (wapń), D. A. Krivolutsky i A. D. Pokarzhevsky (Ca, Mg, K) oraz P. W. Flanagan i K. Van Cleve (N, P). We wszystkich tych doniesieniach referowano oczywiście te aspekty krażenia pierwiastków, które pozostają w bezpośrednim związku z organizmami glebowymi. Szczególnie interesujące wydały mi się badania dra Cromacka i wsp., którzy wykazali, że grzyby wiążą wapń w nadmiarze, w postaci szczawianu, zaś organizmy grzybożerne, mające stosunkowo duże zapotrzebowanie na ten pierwiastek (dżdżownice) współżyją z symbiotycznymi bakteriami i *Streptomyces* sp., mogącymi uwalniać wapń ze stosunkowo trudno rozpuszczalnych szczawianów.

Nie wszystkie doniesienia miały jednakże tak nowoczesny charakter. Grupa czterech doniesień (B. S. Ausmus, J. v.d. Drift, M. I. Swift oraz M. S. Tadros — referat nie wygłoszony) dotyczyła znaczenia aktywności organizmów dla funkcjonowania ekosystemu glebowego, przy czym w dwu komunikatach omawiano rozkład drewna, zaś dr Drift badał wpływ żerowania owadów bezskrzydłych na rozwój grzybni na kale *Glomeris* sp.

Trzy referaty (D. L. Dindal, L. S. Kozlovskaya i B. R. Striganova) — nie wygłoszony oraz A. Zicsi i M. Pobożny) dotyczyły w taki czy inny sposób pokarmu różnych zwierząt. Na szczególną uwagę zasługuje w tej grupie wystąpienie dra Dindala na temat wpływu użytkowania miejskimi ściekami na zawartość (a raczej jej wzrost) organicznych substancji pokarmowych, dostępnych dla dżdżownic, w różnych środowiskach. Wzrost ilości tych substancji obserwowano w pewnych monokulturach trawiastych (reed canary grass — dwukrotny) oraz na starych polach (słaby). Natomiast na plantacjach sosnowych (red pine) oraz w mieszanych lasach dębowych (oak hardwoods) nie stwierdzono żadnych zmian, co, jak przypuszczam, pozostaje w związku z większymi możliwościami asymilacyjnymi zespołów leśnych.

Dr Z. Filip poinformował, że glina stymuluje wykorzystanie węglowodorów przez bakterie, ponieważ jedne i drugie ulegają sorbcji na jej cząsteczkach.

Wreszcie dwa doniesienia (A. Kretschmar, M. M. Couteaux i C. Jeanson) dotyczyły nie tyle funkcjonowania ekosystemów ile samych organizmów. Pierwszy z autorów interesował się szybkością przechodzenia masy pokarmowej przez jelita trzech gatunków dżdżownic, zaś pozostali dwaj badali skład chemiczny tłuca *Trigonopyxis arcuata* (Leidy), wnioskując z rodzaju akumulowanych pierwiastków o ewentualnym wpływie tej amoeby na środowisko.

Prof. P. Berthet przewodniczył sesji pod zmiennym tytułem „Models of soil organisms and their environment”, której pojawienie się na Kolokwium jest wyrazem ogólnej tendencji lat siedemdziesiątych do tworzenia modeli sytuacji ekologicznych. Mówiąc językiem ogólnie zrozumiałym rzecz polega na wprowadzeniu do maszyny cyfrowej parametrów początkowych o konkretnej sytuacji ekologicznej i o zależnościach pomiędzy tymi parametrami oraz na porównywaniu rozwoju procesu w naturze z wynikami uzyskanymi znacznie wcześniej za pomocą maszyny cyfrowej. Rozwój tego rodzaju badań w ostatnim czasie wiąże się niewątpliwie z pewnego rodzaju „nadprodukcją” programistów na Zachodniej Półkuli (por. Kosmos A, 23: 127). Sytuacja jest w chwili obecnej dosyć krytyczna, ponieważ większość biologów nie ma dostatecznego obycia z językiem symboli matematycznych, a nawet odczuwa pewną nieufność wobec tego co można by nazwać „formalizowaniem sytuacji biologicznych”. Z drugiej strony opublikowano cały szereg niezwykle skomplikowanych modeli o dużym stopniu ogólności, które nie mają bio-

logicznego sensu. W tej sytuacji prof. Berthet podkreślił konieczność tworzenia na początku modeli konkretnych i niezbyt skomplikowanych sytuacji ekologicznych albo przez samych biologów, albo przy współpracy biologa i matematyka.

Tym warunkom odpowiadały w większości przypadków zgłoszone doniesienia, z których jedno nie zostało wygłoszone (W. M. Kain i E. G. White). Wszystkie prace pochodziły rzeczywiście z zakładów naukowych o profilu biologicznym i w większości dotyczyły konkretnych zależności: Na przykład U. R. Singh (Indie) ułożył równania opisujące zależność między oddychaniem drobnych stawonogów glebowych w ściółce leśnej a sumarycznym oddychaniem ściółki oraz między oddychaniem grzybów w ściółce leśnej a sumarycznym oddychaniem tejże ściółki. D. Stevens (Belgia) podał metodę mierzenia związków międzygatunkowych na podstawie średniej odległości pomiędzy osobnikami oraz średniej odległości przypadkowo rozmieszczonych punktów w ich najbliższym sąsiedztwie w zastosowaniu do mechowców. C. Gregoire-Wibo (Belgia) i R. Snider (USA) opracowali wskaźnik naturalnego wzrostu liczebności populacji w danych warunkach w zastosowaniu do skoczogonek. Dwa doniesienia traktowały o obiegu pierwiastków w glebie. H. W. Hunt (USA) skonstruował model przemian azotu i fosforu, oparty na danych z fizjologii bakterii i konkretnej sytuacji troficznej, a R. J. Rennie (Anglia) i E. L. Schmidt (USA) badali proces nityfikacji pod kątem udziału w nim dwu gatunków bakterii nityfikacyjnych.

W dwu doniesieniach informowano o modelach bardziej złożonych sytuacji ekologicznych.

P. Lavelle i J. A. Meyer (Francja) opracowali model dynamiki liczebności populacji, produkcji i konsumpcji pewnego skąposzczeta w środowisku łąkowym. Prowadzono równoległe obserwacje modelu i śledzono przebieg odnośnych procesów w naturze. Produkcja osiągnąta przez populację naturalną była w wysokim stopniu zgodna z danymi uzyskanymi z maszyny cyfrowej. Inne parametry wykazywały zadowalającą zgodność choć na ogół w naturze obserwowano większą zmienność. Ponieważ wśród danych, wprowadzonych do maszyny cyfrowej nie uwzględniono takich czynników biotycznych jak pasożyty, drapieżcy etc. w dyskusji żądano wyjaśnień osiągniętej ogólnej wysokiej zgodności danych. Zdaniem autorów za pomocą ich modelu można przewidzieć rozwój struktury populacji, jeżeli są znane jej dane wyjściowe i warunki środowiskowe. Można także obliczyć produkcję i „konsumpcję” gleby.

Jeszcze bardziej ogólny model pt. „Real”: model ekologicznego i rolniczego znaczenia dżdżownic zaprezentowali M. B. Bouche i A. Kretzschmar (Francja). Jest to model trójpoziomowy. W poszczególnych poziomach zgrupowano następujące zagadnienia: 1 — kierunki metabolizmu dżdżownic i ich zmiany, 2 — bilans mechanicznej aktywności (wpływ na mikrostrukturę gleby), 3 — wpływ I i II na martwą i żywą masę w ekosystemie. Zdaniem autorów, „Real” daje się zastosować do różnych jednostek zarówno ekologicznych, jak i systematycznych, a także do różnych sytuacji topograficznych. Poza ekologią może być użyteczny także w badaniach ekonomicznych.

W ogólnej dyskusji podkreślano różnorodność podejścia do tematu i różne rozumienie modelu (opisowe, syntetyczne). Trudność w konstruowaniu dobrych modeli sytuacji ekologicznych leży w braku danych o parametrach wielu czynników, które działają w naturze. Modele nadają się szczególnie do badań sytuacji granicznych (Berthet).

W czwartym dniu obrad prezentowano doniesienia III sesji pod ogólnym tytułem „Korzenie roślin w systemie glebowym”. Przewodniczył prof. R. H. Estey (Kanada), który we wstępie powiedział parę słów o rozwoju systemu korzeniowego i rizosfery oraz o wpływie na ten układ skoczogonek i nicieni. Ogólnie biorąc referaty tej sesji można podzielić na: traktujące o stosunkach pomiędzy zwierzętami a systemami korzeniowymi oraz o stosunkach pomiędzy grzybami i bakte-

riami a systemami korzeniowymi roślin. Bakterie i grzyby glebowe są chyba znacznie ważniejsze dla roślin niż zwierzęta, lecz w kontekście zoologii glebowej omówię bliżej pierwszą grupę doniesień.

Największe zainteresowanie wywołał referat „The influence of invertebrates on root crops grown with minimal or zero cultivation” (C. A. Edwards i J. R. Lofty — Anglia) i to nie ze względu na rewelacje zoologiczne, lecz ze względu na przechodzenie w Anglii na uprawę ze zredukowanym oraniem a nawet z jego całkowitym zaniechaniem. Doświadczenia prowadzone głównie z uprawami zbóż wykazały, że przy zaniechaniu orania wzrasta w glebie ilość dżdżownic (*Lumbricus terrestris* L. do 400%) oraz skoczogonek i że działalność zwierząt zwiększa w tych warunkach ilość kiełkujących roślin oraz wpływa pozytywnie na ich wzrost.

Pozostałe doniesienia dotyczyły zależności pomiędzy nicieniami glebowymi i rozmieszczeniem korzeni szkockiej sosny w środkowej Szwecji (Magnusson i in. — Szwecja), przepływu energii z korzeni buków w środkowoeuropejskim lesie bukowym do populacji larw ryjkowców (J. Schauer mann — RFN), korelacji w występowaniu roztoczy i skoczogonek z określonymi gatunkami roślin na łąkach (J. P. Curry i J. Ganley — Irlandia) oraz wpływu nicieni glebowych na uprawy cytrusów i pomidorów (S. D. v. Gundy i D. W. Freckman — USA). Kilku referatów zgłoszonych na III sesję nie wygłoszono.

Mniej więcej połowa doniesień nie mieściła się pod względem merytorycznym lub czasowym w ramach czterech sesji. Ponieważ nie można było przedłużać zjazdu, ani nie chciano eliminować zgłoszonych doniesień zorganizowano tzw. „poster session”. Każdy autor otrzymał do dyspozycji stół z zamontowaną doń tablicą do przypinania plansz. Stanowisk tego typu zgrupowano w dwu sąsiadujących salach ok. 70. Dwa popołudnia przeznaczono na zapoznanie się z prezentowanymi w ten sposób doniesieniami. W tym czasie każdy z autorów zajmował swoje stanowisko w celu udzielania wyjaśnień „zwiedzającemu”, zaś niektórzy wykazywali znaczną inicjatywę w werbowaniu mniej śmiałych słuchaczy.

Organizatorzy umieścili w miarę możliwości obok siebie doniesienia o zbliżonej tematyce, którą można podzielić następująco: 1. Biologia i ekologia różnych grup zwierząt glebowych oraz analizy środowisk (22 doniesienia); 2. Związki między odżywianiem się organizmów, rozkładem substancji organicznych i krążeniem biogenów w środowisku (9); 3. Wpływ substancji sztucznie wprowadzonych do środowiska na populacje zwierząt glebowych (7); 4. Wpływ działalności życiowej organizmów na strukturę i fizykochemiczne właściwości gleby (5); 5. Interakcje (5). Poza tym pojedyncze doniesienia (7) dotyczyły różnych zagadnień.

Jeśli chodzi o substancje sztucznie wprowadzane do gleby omawiano wpływ DDT, zakwaszania i ścieków miejskich, a więc czynników, które w dużych ilościach znajdują się w glebie lub też się stale do niej dostają.

W większości doniesień prezentowanych na „wystawie” poruszano zagadnienia bardzo szczegółowe. Ogólniejsze znaczenie mają następujące: K. Vlassak i G. S. N. Raju (Belgia) informowali o wiązaniu azotu przez wolnożyjące organizmy w ryzosferze koniczyny. Ustaliли oni, że obecność siana wpływa stymulująco na proces wiązania azotu. J. Prokopič (Czechosłowacja) zaobserwował, że tzw. prawa Thienemanna stosują się również do helmintocenoz. R. Mignolet (Belgia) poinformował o stosunkowo tanich metodach charakterystyki szybkości humifikacji ściółki. Jedną z nich jest oparta na fakcie, że stężenie ołowiu w ściółce jest stałe w ciągu całego roku, zaś wzrasta w miarę jej rozkładu, czyli w miarę jej przechodzenia do głębszych warstw. Przy tym okazuje się, że ołów jest rozmieszczony dość równomiernie również na obszarach nieskażonych. Drugą uzupełniającą metodą jest charakterystyka mezofauny, która w miarę postępującego procesu rozkładu ściółki wykazuje swoistą sukcesję.

Piątego dnia obrad, na sesji końcowej akademik Ghiljarov jeszcze raz powrócił do zagadnienia zróżnicowania środowiska glebowego, które umożliwia współzycie

w stosunkowo niewielkiej przestrzeni licznym organizmom. Dr Satchell dokonał zamknięcia obrad we właściwym sobie żartobliwym stylu.

Z tekstów znacznej ilości doniesień wynikało, że do zbierania danych posługiwano się złożoną, często automatyczną aparaturą pomiarową, zaś do ich opracowania wykorzystywano w szerokim zakresie metody statystyczne. W związku z tym zaznacza się coraz wyraźniej tendencja zmierzająca do przekształcenia biologii gleby z nauki opisowej w ścisłą. Obserwuje się wielkości mierzalne i ustala prawdopodobieństwo wystąpienia określonych prawidłowości.

Wszystkie zgłoszone referaty zostaną wydrukowane w objętości nie przekraczającej 1500 słów i dwie jednostki graficzne (tabele, ryciny etc.) w 25 tomie *Ecological Bulletin* (Stockholm), zatytułowanym „Soil Organisms as Components of Ecosystems”, *Proc. VI Int. Soil-Zool. Colloquium*, pod redakcją U. Lohma i T. Perssona, który ukaże się z początkiem 1977 r. i będzie kosztował ok. 80 szwedzkich koron.

W porównaniu z krajowymi zjazdami naukowymi w samej koncepcji organizacyjnej zaznaczyły się zasadnicze różnice. Przede wszystkim stosunkowo dużą ilość doniesień (ok. 115) zmieszczono w trakcie praktycznie czterodniowego zjazdu, przy czym uczestnicy dysponowali znaczną ilością wolnego czasu, ponieważ obrady odbywały się od 9.00 do 17.00 z godzinną przerwą na lunch i dwoma dwudziestominutowymi przerwami na kawę. W zasadzie w okresie pomiędzy przerwami nie wygłaszano więcej niż cztery doniesienia. Oczywiście było to możliwe tylko w związku z prezentacją ponad połowy doniesień na wystawie oraz przestrzeganiem programu czasowego.

Sprawnej organizacji sprzyjało także umieszczenie wszystkich obrad i „poster session”, a także biura zjazdu, ogólnie dostępnego kserografu i wystawy publikacji w jednym budynku, do którego dowożono też kawę. Spacer odbywaliśmy jedynie w związku z „lunchem”. Przed zjazdem przesłano wszystkim uczestnikom tom streszczeń, a w trakcie zjazdu listę uczestników oraz dodatkowe, zwykle rozszerzone materiały, otrzymane w terminie późniejszym od autorów. W organizacji „Kolokwium” brało udział ok. 5 osób przy ilości 154 uczestników z całego świata. Delegacja polska liczyła 9 osób. Organizatorem był jak zawsze Komitet Zoologii Glebowej przy Międzynarodowym Towarzystwie Gleboznawczym (ISSS). Skład Komitetu uległ następującym zmianom. Zrezygnowali ze swoich funkcji prof. prof. J. Balogh (Węgry), D. K. Kevan (Kanada) i J. E. Satchell (Zjednoczone Królestwo). Nowy Komitet ukonstytuował się w następującym składzie: prof. P. Berthet (przewodniczący — Belgia), M. B. Bouche (redaktor Biuletynu — Francja), D. L. Dindal (sekretarz — USA), J. v. d. Drift (Holandia), K. E. Lee (Australia), U. Lohm (Szwecja), D. Reichle (USA), J. Vanék (Czechosłowacja), A. Zicsi (Węgry).

W biuletynie „Soil Biology” (por. *Przegl. zool.* 18: 280) wyodrębniła się część „Zoologia”. Począwszy od 1975 r., w związku z cofnięciem pomocy finansowej ze strony UNESCO biuletyn będzie rozprowadzany na zasadzie abonamentu w cenie 30 franków francuskich bez pośrednictwa banku i w cenie 35 ff za pośrednictwem banku. Redaktorem pozostaje nadal M. Bouche.

Następne „Kolokwium” odbędzie się w 1979 r., najprawdopodobniej w University of New York, pod hasłem „Soil biology and land use”. Będzie to pierwsze spotkanie poza Europą. Będzie ono zarazem widocznym znakiem rozwoju zoologii glebowej. Spotkania te zostały bowiem zainicjowane 18 lat temu przez niewielką grupkę europejskich naukowców i miały początkowo czysto lokalny charakter. Obecnie są to już w pełnym tego słowa znaczeniu międzynarodowe zjazdy naukowe.

Kolokwium odbywało się, jak już wspomniałem w *The Swedish College of Agriculture* co odpowiada mniej więcej naszej Akademii Rolniczej. Miałem możliwość poznać schemat organizacyjny tej uczelni i ponieważ odbiega on od naszego wydaje się interesujące przekazać parę informacji na ten temat.

Szkola ta poza oczywistymi zadaniami w zakresie produkcji roślinnej i zwie-

rzęcej stawia sobie za cel podnoszenie jakości produkcji oraz prace nad odnawialnymi zasobami jako podstawą rolnictwa, ogrodnictwa oraz jakości środowiska człowieka. Szkoła podlega ministerstwu rolnictwa. Jest zlokalizowana ok. 5 km od centrum miasta liczącego ok. 130 tys. mieszkańców. Jej stacje badawcze są rozsiane w różnych częściach kraju. Zatrudnia ok. 1500 pracowników i kształci taką samą ilość studentów. Dla porównania Akademia Rolnicza w Szczecinie zatrudnia 1077 osób a kształci ok. 3200 studentów. Szkoła dysponuje takimi obiektami jak eksperymentalna rzeźnia i przetwórnia środków spożywczych. Kraj o dużym wymiarze N-S jest podzielony na obszary doświadczalne: po cztery dla celów rolnictwa i hodowli i trzy ogrodnicze. W każdym sektorze znajdują się terenowe stacje badawcze szkoły. Przemysł jest reprezentowany we wszystkich instytucjach szkoły, mających wpływ na planowanie i realizację badań. W centrum zainteresowań badawczych znajduje się zaopatrzenie w produkty białkowe oraz zagadnienia środowiskowe. Szkoła prowadzi aktualnie 400 tematów badawczych (research projects) i 300 doświadczalnych (experimental projects).

Kształcenie odbywa się w następujących kierunkach: rolnictwo, ogrodnictwo, architektura krajobrazu, kierowanie gospodarstwami rolnymi i ogrodniczymi. Rolnicy i ogrodnicy rozpoczynają studia po 13-miesięcznym kursie wprowadzającym, na który składają się zarówno zajęcia teoretyczne, jak i praktyczne. Same studia są czteroletnie.

Rolnicy mogą się specjalizować w następujących kierunkach: ekonomia, hodowla zwierząt, uprawa roślin z gleboznawstwem i technologia. Znajdują oni zatrudnienie głównie (i są w tym kierunku kształceni) w instytucjach badawczych i doświadczalnych, w doradztwie rolniczym, w szkolnictwie rolniczym, w administracji, w towarzystwach rolniczych oraz, w handlu rolnym.

Ogrodnicy specjalizują się w produkcji lub w ekonomice. Profil absolwenta jest podobny jak w przypadku rolnictwa.

Studia architektury krajobrazu są pięcioletnie i praktyka jest ich integralną częścią. Absolwenci tego kierunku projektują tereny rekreacyjne, parki i osiedla mieszkaniowe, pracując przede wszystkim w miejskiej administracji w przedsiębiorstwach budowlanych i w biurach projektowych.

Specyficznym kierunkiem jest studium dla kierowników gospodarstw, przy czym chodzi o kierowanie dużymi gospodarstwami. Kandydaci muszą mieć dwa lata praktyki w produkcji rolnej oraz ukończoną średnią szkołę rolniczą. Studia są w zasadzie jednoroczne ale poprzedza je specjalny jednoroczny kurs. Łącznie więc kształcenie po ukończeniu średniej szkoły rolniczej trwa cztery lata, z czego dwa lata przypada na praktykę. Kierownicy gospodarstw kierują dużymi farmami, uczą w średnich szkołach rolniczych, pracują w lokalnych urzędach rolnych, towarzystwach i organizacjach rolniczych oraz w handlu rolnym.

Podobny charakter mają studia na kierunku produkcji ogrodniczej.

Zasadnicze różnice w stosunku do naszego schematu organizacyjnego studiów rolniczych to ulokowanie architektury krajobrazu w szkole rolniczej oraz rozdział studiów rolnych o profilu bezpośrednio produkcyjnym od pozostałych profilów. Sytuacja krajowa, polegająca na zatrudnieniu znacznej części absolwentów akademii rolniczych poza produkcją, wynika w znacznej mierze z braku takiego podziału.

Poza badaniami i kształceniem szkoła spełnia także funkcje informacyjne na wszystkich poziomach. Publikuje wyniki badań i doświadczeń własnych pracowników, wydaje czasopismo referatowe, zawierające informacje o postępie nauk rolniczych w innych krajach oraz specjalną serię dla praktyki, popularyzującą osiągnięcia i postępy nauk rolniczych.

NAGRODY NAUKOWE WYDZIAŁU II PAN

Wydział Nauk Biologicznych Polskiej Akademii Nauk na sesji plenarnej w dniu 26 listopada 1976 r. przyznał następujące wydziałowe nagrody naukowe za 1975 rok:

indywidualne

Prof. dr Andrzejowi Nespiakowi (Akademia Medyczna we Wrocławiu) za prace z dziedziny botaniki.

Doc. dr Jerzemu Pawłowskiemu (Zakład Zoologii Systematycznej i Doświadczalnej PAN w Krakowie) z dziedziny zoologii.

zespołowe

Prof. dr Dawidowi Shugarowi, dr Tadeuszowi Kulikowskiemu, dr Mirosławie Piechowskiej, dr Annie Sołtyk (Instytut Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie) z dziedziny biochemii.

Prof. dr Tadeuszowi Chojnackiemu, dr Wiesławowi Jankowskiemu, dr Tadeuszowi Mańkowskiemu, dr Grażynie Palamarczyk, dr Włodzimierzowi Sasakowi (Instytut Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie) z dziedziny biochemii.

Dr Januaremu Weinerowi (Uniwersytet Jagielloński w Krakowie), dr Zbigniewowi Głowacińskiemu (Zakład Ochrony Przyrody PAN w Krakowie) z dziedziny ekologii.

Dr Elizie Dąbrowskiej-Prot, dr Jerzemu Kargowi (Instytut Ekologii PAN) z dziedziny ekologii.

Prof. dr Alicji Szweykowskiej, doc. dr Fortunatowi Młodzianowskiemu, dr Jolancie Schneider, dr Adamowi Woźnemu, mgr Jolancie Legockiej (Zakład Botaniki Ogólnej Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu) z dziedziny fizjologii roślin.

Prof. dr Adolfowi Riedlowi (Instytut Zoologii PAN w Warszawie), doc. dr Andrzejowi Wiktorowi (Uniwersytet Wrocławski) z dziedziny zoologii.

L. K.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Влодзимеж Михайлов, Влодзимеж Немиечко</i> — Тридцат лет сотрудничества польских и русских биологов	127
<i>Анджей Шептыцки</i> — Проф. др Ян Стах (8. 3. 1877 — 18. 7. 1975) как исследователь бескрылых насекомых	139
<i>Ежи Анджей Хмузиньски</i> — Тайны танцев пчел (2) Является ли танец пчел средством сообщения?	143
<i>Виктор Я. Паёр</i> — Гомология системы: подгортковая железа — щитовидная железа в свете новых исследований	157
<i>Тадеуш Подбелский, Станислав Грабец</i> — Некоторые проблемы электромагнитного поля в биологии	173
<i>Хенрик Новак, Мирослав Крейцер</i> — Рассеивание света как метод определения молекулярной массы полимеров и биополимеров	181
<i>Стефан Тарчыньски</i> — Паразиты а экономика животноводческой продукции	189

CONTENTS

<i>Włodzimierz Michajłow, Włodzimierz Niemierko</i> — Thirty years of the co-operation between biologists of Poland and Soviet Union	127
<i>Andrzej Szeptycki</i> — Prof. dr h.c. Jan Stach (8.3.1877—18.7.1975) as the investigator of apterous insects	139
<i>Jerzy Andrzej Chmurzyński</i> — Mysteries of the dances of honeybees. (2) Are the bee dances means of communication?	143
<i>Wiktor J. Pajor</i> — The Homology of the System: Subpharyngeal Gland — Thyroid Gland in New Research Data	157
<i>Tadeusz Podbielski, Stanisław Grabiec</i> — Some problems of electromagnetic field in biology	173
<i>Henryk Nowak, Mirosław Kreutzer</i> — Dispersion of the light as a method of polymer and biopolymer molecular weight determination	181
<i>Stefan Tarczyński</i> — Parasites and economics of animal production	189

SPIS TREŚCI

<i>Włodzimierz Michałłow, Włodzimierz Niemierko</i> — Trzydzieści lat współpracy biologów polskich i radzieckich	127
<i>Andrzej Szeptycki</i> — Prof. dr Jan Stach jako badacz owadów bezskrzydłowych	139
<i>Jerzy Andrzej Chmurzyński</i> — Tajemnice tańców pszczół	143
<i>Wiktor Janusz Pajor</i> — Homologia układu: Gruczoł podgardzielowy — gruczoł tarczowy w świetle nowych badań	157
<i>Tadeusz Podbielski, Stanisław Grabiec</i> — O niektórych problemach pola elektromagnetycznego w biologii	173
<i>Henryk Nowak, Mirosław Kreutzer</i> — Rozproszenie światła jako metoda wyznaczania masy cząsteczkowej polimerów i biopolimerów	181
<i>Stefan Tarczyński</i> — Pasożyty a ekonomika produkcji zwierzęcej	189

KRONIKA NAUKOWA

<i>Andrzej Wartyń</i> — Badania nad odwrotną transkryptazą — historia, osiągnięcia, perspektywy; <i>Bogdan Rokosz</i> — Zastosowanie neutronów w badaniach struktury rybosomów	195
--	-----

RECENZJE

<i>Włodzimierz Ostrowski</i> — Biochemia dla biologów, <i>Jerzy Trojanowski</i>	201
<i>Jerzy J. Lipa</i> — E. E. Syroeczkovskij, E. V. Rogačeva, 1975 — <i>Životnyj Mir SSSR: Geografia Resursov</i>	201
<i>Jerzy J. Lipa</i> — J. P. Kok, 1973 — <i>Nukleinovye kisloty nasekomych i ich virusov</i>	202
<i>Jakub Mowszowicz</i> — V. H. Heywood — <i>Taksonomia roślin</i>	203
<i>Wacław Brzeziński</i> — O. S. Kołbasow — <i>Ekologija: politika — prawo. Prawowaja ochrana prirody w SSSR</i>	205

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>W.M.</i> — Sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN	211
<i>Eugeniusz Grabda</i> — II Kongres Ichtologów Europejskich	211
<i>Irena Wita</i> — Drugi Zjazd Wszechzwiązkowego Towarzystwa Protozoologicznego	213
<i>Jan Dobrowolski</i> — Wszechzwiązkowe Seminarium „Problemy bioenergetyki organizmu i stymulacji promieniowaniem laserowym”	214
<i>Aleksander Rajski</i> — VI Międzynarodowe Kolokwium Zoologii Glebowej	218

MISCELLANEA

<i>L.K.</i> — Nagrody naukowe Wydziału II PAN	225
---	-----

ERRATA DO POLSKIEGO SPISU TREŚCI (KOSMOS, SERIA A
BIOLOGIA, ZESZYT 2 (145) WARSZAWA 1977

Jest:

Włodzimierz Michajłow, Włodzimierz Niemierko — Trzydzieści lat
współpracy biologów polskich i radzieckich 127

Powinno być:

Włodzimierz Michajłow — Trzydzieści lat współpracy biologów pol-
skich i radzieckich 127

Włodzimierz Niemierko — O współpracy polskiej i radzieckiej bio-
chemii, fizjologii i neurofizjologii w ostatnim 30-leciu . . . 131

ERRATA DO SPISU TREŚCI W JĘZYKU ANGIELSKIM

Jest:

Włodzimierz Michajłow, Włodzimierz Niemierko — Thirty years of
the cooperation between biologists of Poland and Soviet
Union 127

Powinno być:

Włodzimierz Michajłow — Thirty years of the cooperation between
biologists of Poland and Soviet Union 127

Włodzimierz Niemierko — Cooperation in the field of biochemistry,
physiology and neurophysiology between scientists of Poland,
Russia and Soviet Union 131

ERRATA DO SPISU TREŚCI W JĘZYKU ROSYJSKIM

Jest:

Влодзимеж Михайлов, Влодзимеж Немечко — Тридцать лет сотрудни-
чества польских и русских биологов 127

Powinno być:

Влодзимеж Михайлов — Тридцать лет сотрудничества польских и ру-
сских биологов 127

Владимир Немерко — Тридцать лет сотрудничества польских и русских
биохимиков, физиологов и нейрофизиологов 131

