

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XXIII

WARSZAWA 1974

ZESZYT 5 (130)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXIII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 5(130)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1974

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petrusewicz, Adam Urbanek

Redaktor: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Jadwiga Kwiatkowska*

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

Wydano z pomocą finansową Polskiej Akademii Nauk



Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1013+107. Ark. wyd. 11,0. ark. druk. 8,5

Papier druk. sat. kl. IV, 70 g. 70×100

Oddano do składania 6.VII.74 r. Podpisano do druku 28.X.74 r.

Druk ukończono w listopadzie 1974

Zam. 488/74

W-30

Cena zł 15,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8.

250-LECIE BADAŃ BIOLOGICZNYCH W AKADEMII NAUK ZSRR*

Rozwój nauki w naszym kraju, włączając w to oczywiście także biologię, był nierozzerwalnie związany z organizacją, działalnością i rozwojem Akademii Nauk, założonej zgodnie z zarządzeniem Piotra I, z dnia 20 stycznia 1724 r. Po zapoznaniu się z podobnymi ośrodkami naukowymi tego czasu w Europie Zachodniej i konsultacji z wybitnym niemieckim matematykiem i filozofem G. W. Leibnitzem Piotr I rozpatrzył projekt zorganizowania Akademii w Petersburgu, wprowadził do niego własne poprawki i 29 stycznia 1724 r. został ogłoszony „ukaz” o jej utworzeniu. Samo otwarcie Akademii nastąpiło już po śmierci Piotra (27 grudnia 1725 r.).

Od pierwszych lat swego istnienia Akademia Nauk w naszym kraju łączyła fundamentalne badania naukowe z kształceniem uczonych, a działalność jej była związana z aktualnymi potrzebami państwa. Te ważne poczynania Akademii znalazły pełny wyraz po Wielkiej Rewolucji Październikowej, a obecnie nierzadko i słusznie mówi się o Akademii Nauk ZSRR jako o „sztabie generalnym nauki”.

Organizując Akademię Piotr I poświęcił dużo uwagi temu, aby w jej działalności wzięły udział najlepsze umysły Europy.

Od samego początku Akademia Nauk naszego kraju weszła nie tylko jako równoprawny, lecz również jako pierwszorzędny ośrodek naukowy w krąg akademii i towarzystw naukowych Europy. Europa zaś w tym czasie stanowiła ośrodek tej nauki, która obecnie stała się nauką światową. Wśród pierwszych petersburskich akademików byli wybitni uczeni, jak D. Bernoulli i L. Euler. W roku 1742 został adiunktem a w 1745 r. akademikiem nasz uniwersalny geniusz narodowy — M. W. Łomonosow.

Znamienne jest, że podstawą dla muzeów Akademii, w tym dla Muzeum Zoologicznego (obecnie w ramach Instytutu Zoologicznego) była stworzona przez Piotra I „Kunstkamera” (1714), zaś podstawą najstarszego biologicznego Instytutu Botanicznego — założony przez niego „Ogród Aptekarski” (1714).

Dzięki pracy i staraniom zoologów i botaników Akademii, a także wysiłkom profesorów uniwersytetów oraz licznych specjalistów i amatorów, członków towarzystw naukowych, zebrano ogromne materiały, ciągle aż do dziś uzupełniane. Umożliwiło to rozpoczęcie takich kapitalnych serii, jak „Flora ZSRR” (1 wydanie w dziale roślin wyższych

* Z okazji 250-lecia powstania AN ZSRR umieszczamy przekład artykułu prof. M. S. Gilarowa o naukach biologicznych w Akademii. Żurnal Obszcznej Biologii, 35, 2, str. 163—166, 1974.

już zakończono) i „Fauna ZSRR”, niezbędnych do poznania nie tylko świata roślinnego i zwierzęcego naszego kraju, ale i całej Palearktyki.

Do Akademii Petersburskiej angażowano także takich wybitnych biologów-podróżników jak akademik P. S. Pallas, od którego badania zapoczątkowały nasze poglądy na rozwój świata zwierzęcego. S. Gmelin, I. G黶denstaedt i inni badacze przyrody naszego kraju zebrali ogromne kolekcje i opisali wiele nowych gatunków uzupełniających zbiory naszych muzeów.

Akademik K. F. Wolf, który w 1768 r. przybył do Rosji, rozwijał epigenetyczne poglądy na rozwój zarodka. Według oceny F. Engelsa, Wolf o 100 lat wcześniej niż Darwin zaatakował teorię stałości gatunków.

Do rozwoju embriologii przyczyniły się prace akademika H. I. Pandra, który w 1817 r. opublikował monografię kurczęcia. Pander był również paleontologiem, opisał pierwsze konodonty (1856) a w serii prac z dziedziny osteologii porównawczej wypowiadał poglądy transformistyczne.

Koryfeuszem embriologii w połowie XIX w. był K. M. Baer, który dzięki badaniu listków zarodkowych stworzył podstawy do porównywania stadiów rozwoju embrionalnego i embriologicznych dowodów ewolucji, chociaż sam nie był zwolennikiem Darwina. A. O. Kowalewski, który później został akademikiem, wraz ze swym przyjacielem I. N. Miecznikowem, badał embriologię zwierząt bezkręgowych. Wyniki ich badań wyzyskał E. Haeckel w swej walce o teorię Darwina. W końcu ubiegłego i na początku bieżącego stulecia do propagowania rozwoju i obrony poglądów Darwina włączyli się tacy wybitni biolodzy związani z Akademią, jak K. A. Timiriaziew (członek-korespondent od 1890), członek-korespondent M. A. Menzbir (następnie akademik), akademik W. M. Szimkiewicz, członek-korespondent N. A. Chołodkowski (wprowadził pojęcie tzw. „gatunków biologicznych”) i inni.

Akademik A. N. Siewiercow stworzył podstawy tego kierunku badań ewolucyjnych, który stał się znany jako „morfologia ewolucyjna”. Kierunek ten rozwijany był potem przez akademika I. I. Schmalhausena i licznych innych badaczy w Akademii Nauk, a na obiektach botanicznych — przez akademika A. L. Tachtadżiana.

Oryginalne poglądy na procesy ewolucyjne wprowadził w minionym stuleciu akademik A. S. Famincyna; z nazwiskiem jego związane jest odkrycie symbiotycznej natury porostów (teoria symbiogenezy). Akademik S. I. Korżyński w 1899 r. niezależnie od H. de Vriesa, dał podstawy do zrozumienia zjawiska mutacji (teoria heterogenezy), która, chociaż przeciwstawiana przez niego poglądom darwinowskim, weszła w skład koncepcji współczesnego darwinizmu. Rozwinięta przez wybitnego zoologa i geografę L. S. Berga (potem akademika) teoria nomogenezy, według której ewolucję rozpatruje się w innym aspekcie niż darwinowski, wyraża ducha poszukiwań nowych dróg, który zawsze cechował badania prowadzone w Akademii. Teoria ta była zresztą ostro skrytykowana przez akademika W. M. Szimkiewicza i przez innych darwinistów.

Poglądy ewolucyjne w odniesieniu do paleontologii rozwijał założyciel Instytutu Paleontologii akademik A. A. Borysjak. Podstawy ewolucyjnej histologii stworzył akademik A. A. Zawarzina. Jednym z pionierów eksperymentalnych badań embriogenezy był członek-korespon-

dent N. K. Kolcow (podobnie jak profesor D. P. Fiałow akademik I. I. Schmalhausen i inni). Badania takie prowadzone są obecnie w Instytucie Biologii Rozwoju pod kierunkiem akademika B. L. Astaurowa.

Wybitne badania nad ewolucją roślin uprawnych przeprowadził akademik N. I. Wawiłow, twórca Instytutu Genetyki (obecnie — Instytut Genetyki Ogólnej, którego dyrektorem jest akademik N. P. Dubinin).

Wyjątkowe zainteresowanie w świecie budziła materialistyczna teoria powstania życia, przedstawiona i opracowana przez akademika A. I. Oparina.

Wiele zrobiono w Akademii dla rozwoju mikrobiologii (członek-korespondent L. S. Cieńkowski — 1822—1887), a w szczególności mikrobiologii gleby (akademik W. L. Omieliański). W należącej do Akademii pracowni akademika Faminicyna dokonano ważnego odkrycia wirusów (D. I. Iwanowski, 1892).

Światową sławę zyskały szkoły rosyjskich fizjologów — akademika I. M. Sieczenowa, akademika I. P. Pawłowa i jego licznych uczniów, którzy stworzyli własne szkoły i rozwinęli nowe kierunki badań (akademik I. A. Orbeli, akademik K. M. Bykow i inni).

W okresie władzy radzieckiej burzliwy rozwój wykazywała w Akademii — biochemia. Wystarczy wymienić prace akademika A. N. Bacha o udziale nadtlenków i procesach oksydacyjno-redukcyjnych, akademika S. P. Kostyczewa o jedności procesów fermentacji i oddychania beztlenowego, badania akademika Oparina nad fermentacją.

Prace akademików W. A. Engelhardta, A. N. Biełozierskiego, A. A. Braunsteina i innych naszych uczonych stworzyły podstawy dla rodzimej biologii molekularnej. Stworzono podstawy biofizyki i badania w tym kierunku prowadzi się w Instytucie Biofizyki AN ZSRR (dyrektor — akademik G. M. Frank).

Powstałe poza ramami Akademii rodzime genetyczne gleboznawstwo było zapoczątkowane przez W. W. Dokuczajewa, następnie włączone zostało w orbitę jej zainteresowań i badań.

Uczeń W. W. Dokuczajewa, pierwszy akademik-gleboznawca K. D. Glinka został też pierwszym dyrektorem Instytutu Gleboznawstwa, zorganizowanego już w okresie radzieckim (1922). Pracowali tam akademicy K. K. Gedrojc, B. B. Połynow, L. I. Prasołow, I. W. Tiurin.

Innym wybitnym uczniem Dokuczajewa był akademik W. I. Wiernadski — twórca nowej nauki o biosferze — biogeochemii, a w okresie porewolucyjnym — pracowni biogeochemicznej Akademii Nauk ZSRR, późniejszego Instytutu Geochemii i Analitycznej Chemii, kierowanego przez akademika A. P. Winogradowa. Jest on zarazem kierownikiem badań prowadzonych u nas w ramach programu międzynarodowego „Człowiek i biosfera”.

Kraj nasz chlubi się starymi tradycjami tych badań, które obecnie nazywane są geobotanicznymi (akademik F. I. Ruprecht, akad. S. I. Korżyński, akad. B. A. Keller). Obecnie akad. W. N. Sukaczew stworzył podstawy badania kompleksowych biocenoz w naszym kraju, koniecznych do zrozumienia procesów zachodzących w biosferze.

Ostatnio intensywnie rozwijają się w Akademii także badania parazytologiczne. Wystarczy wymienić nazwiska akademików E. N. Pawłowskiego i K. I. Skriabina, członka-korespondenta W. A. Dogiela, akademika B. E. Bychowskiego.

O ile w okresie przedrewolucyjnym historię Akademii można prześledzić kierując się nazwiskami wielkich twórców nauki — członków Akademii, pracujących albo w uniwersytetach, albo w bardzo małych pracowniach Akademii (z 1—2 pomocniczymi pracownikami), o tyle w naszych czasach historia każdej dziedziny nauki to historia instytutów akademickich, w których pracuje duża liczba wysoko kwalifikowanych specjalistów¹.

Wystarczy powiedzieć, że obecnie w systemie Akademii Nauk ZSRR biolodzy pracują w 30 instytutach w Moskwie i Leningradzie, w 25 instytutach Oddziału Sybirskiego oraz w ośrodkach naukowych i filiach Akademii. Każdy ważny kierunek w biologii w okresie władzy radzieckiej cechowało powstawanie nowego instytutu lub zakładu. Oprócz tego każda z republik związkowych ma własną akademię, własne systemy instytutów biologicznych, ściśle związanych w swej działalności z Radami Naukowymi Akademii Nauk ZSRR i z jej instytutami. Związki te bywają bardzo bliskie i wiele prac realizuje się w bezpośrednim kompleksie instytutów AN ZSRR i w innych naukowych ośrodkach kraju.

Już wiosną 1918 r. W. I. Lenin, nakreślając plan rozwoju nauk w naszym kraju, podkreślał dużą rolę Akademii Nauk ZSRR. Od tego czasu Partia i Rząd Radziecki stale poświęcają wiele uwagi i okazują pomoc badaniom prowadzonym w Akademii, w tym także badaniom w dziedzinie nauk biologicznych.

Nauka w naszych czasach, zwłaszcza biologia, stała się bezpośrednią siłą produkcyjną. Prawidłowy rozwój nauki niemożliwy jest bez poznania jej historii i jej osiągnięć w przeszłości.

250-lecie Akademii Nauk ZSRR to data, która pozwala naszym biologom z uczuciem dumy spojrzeć w przeszłość i z poczuciem odpowiedzialności za przyszłość rozpatrywać rozwój ogólnych kierunków biologii, czemu zamierzamy poświęcić szereg rozpraw w naszym czasopiśmie.

Tłumaczył: Adam Urbanek

¹ Szkic rozwoju biologii w ZSRR w okresie 50 lat władzy radzieckiej zamieszczony w *Zurnale Obszcziej Biologii*, 28, 5, str. 491—500, 1967.

BIOGEOCHEMIA KRAJOBRAZÓW

Zagadnienie „biosfera a ludność” było nie tylko tematem specjalnej sesji JUNESKO, która odbyła się w Paryżu w 1968 r., lecz stało się sprawą codzienną, której tak wiele uwagi udzielają tak prasa, jak radio i telewizja.

Przez długie stulecia ludzkość przebywając i pracując w biosferze nie zdawała sobie sprawy z ogromnej roli procesów życiowych zachodzących w zewnętrznej skorupie ziemskiej.

Znakomitym procesem, jednym z tajników życia, jest fotosynteza odbywająca się w warunkach normalnego ciśnienia i temperatury. W zielonym liście następuje rozkład wody na wodór i tlen, podczas gdy w laboratoryjnych warunkach podobna reakcja występuje w temperaturze ponad 1000°C .

W atmosferze ziemskiej występuje około $2,8 \cdot 10^{14}$ t wolnego tlenu, który nagromadził się w wyniku fotosyntezy w ciągu geologicznej historii. Głównym dostawcą tlenu są rośliny zielone mórz i oceanów, które rokrocznie wytwarzają około $4,14 \cdot 10^{11}$ t tego gazu. Prawie dziesięciokrotnie mniej dostarczają tego gazu rośliny lądowe, których produkcja roczna wynosi $5,3 \cdot 10^{10}$ t. W ten sposób zielona szata Ziemi produkuje rocznie $4,67 \cdot 10^{11}$ t tlenu a więc w ciągu tylko 600 lat roślinność może wyprodukować takie ilości tlenu, które zawarte są w atmosferze [4]. Część powstającego tlenu jest ciągle zużywana podczas procesów oddychania i innych procesów utleniania.

Ponad trzy miliardy lat temu, kiedy na Ziemi nie było jeszcze życia, w atmosferze nie istniał jeszcze tlen, natomiast przypuszczalnie zawierała wtedy: metan, amoniak, parę wodną. Wskazują też na to inne planety systemu słonecznego, w atmosferze których brak tlenu, także brak jest wolnego tlenu w głębszych warstwach Ziemi, jak na to wskazują liczne fakty z dziedziny geologii i kosmogonii.

Wraz z powstaniem fotosyntezy atmosfera stopniowo wykazuje skład azotowo-tlenowy oraz dzięki tlenowi zachodzą procesy utleniające. W skorupie ziemskiej zachodził nowy typ reakcji chemicznych — utlenianie za pomocą wolnego tlenu. Spowodowało to utlenianie siarczanów wydostających się podczas wybuchów wulkanicznych i osadzanie się w wodach siarczanów (np. gipsu, soli glauberskiej, mirabilitu). Dwuwartościowe żelazo przekształcało się w trójwartościowe, zaś w skład krajobrazów weszły czerwone, brunatne i żółte gleby, których zabarwienie spowodowały różne tlenki, np. wodorotlenek żelaza, wodorotlenek żelazowy ($\text{Fe}(\text{OH})_3$). W strefie powierzchni Ziemi nastąpiło utlenienie dwuwartościowego manganu, trójwartościowego wanadu, czterowartościowego uranu oraz innych elementów. Te procesy utleniające mogły mieć miejsce ponad miliard lat temu.

L. Barkner i L. Marshall [4] zajęli się badaniem zawartości tlenu w atmosferze w ciągu rozwoju ewolucyjnego życia na Ziemi. W erze abiotycznej, wg obliczeń powyższych autorów, zawartość tlenu w atmosferze obecnej nie przewyższała zawartości tego gazu w atmosferze Ziemi. Według poglądów powyższych autorów życie powstało na łąkach na dnie niegłębokich jezior, chronionych przed promieniami ultrafioletowymi, zaś z drugiej strony udostępnione dla światła zabezpieczającego fotosyntezę. Pierwsze jednokomórkowe organizmy, w których odbywała się fotosynteza, według Barknera i Marshalla powstały około 2,7 mld lat temu. Kiedy zawartość tlenu osiągnęła 1% obecnej, wzrosła zawartość i ozonu w powietrzu, a wraz z tym powstała możliwość absorpcji promieni ultrafioletowych. Wtedy to warstwa wody 30 cm zatrzymywała śmiertcionośne promienie, co spowodowało znaczne rozszerzenie się warunków życiowych, pociągnęło za sobą zaludnienie płytkich akwenów i oceanów. Mogło to nastąpić na początku ery paleozoicznej, tj. około 600 mln lat temu. Następuje gwałtowny skok w ewolucji świata istot żywych i w ciągu 20 mln lat powstają liczne nowe gatunki organiczne. Na początku ery paleozoicznej życie istniało tylko w wodzie, aż do czasu kiedy zawartość tlenu w atmosferze wzrosła do 40%, w stosunku do współczesnej jego ilości, życie mogło się już rozwijać w atmosferze, na powierzchni wody i na lądzie. Spowodowało to znów nową eksplozję w ewolucji świata organicznego, która miała miejsce w końcu okresu sylurskiego, tj. około 400—420 mln lat temu. Nasileniu fotosyntezy towarzyszyło nagromadzenie tlenu w atmosferze, którego ilości w okresie węglowym, wg przypuszczeń Barknera i Marshalla [4] nawet przewyższały zawartości jego we współczesnej atmosferze. W ten sposób, wg poglądów ostatnich autorów, ewolucja organizmów regulowana była zawartością tlenu w atmosferze. W ten sposób powietrze, którym oddychamy oraz charakterystyczne reakcje utlenienia zachodzące na powierzchni ziemi, są wynikiem biogeochemicznej działalności żywej substancji, w skrócie są wynikiem fotosyntezy.

Wolny tlen według W. I. Wernadskiego [9] należy uznać za czynnik chemiczny na Ziemi. Tlen łącząc się z niektórymi pierwiastkami przyspiesza migrację, tak utleniona siarka lub wanad dają rozpuszczalne minerały, dostające się do przyrodzonych wód, natomiast po połączeniu z innymi pierwiastkami tlen zatrzymuje ich migrację, gdy tworzy nierozpuszczalne tlenki żelaza i manganu. W ten sposób wolny tlen, według wyrażenia Wernadskiego, stał się „geochemicznym dyktatorem” w biosferze [3].

Rokrocznie w wyniku fotosyntezy z dwutlenku węgla powstaje 170 mld t „węgla organicznego” wchodzącego w skład białek, tłuszczów, węglowodanów oraz innych organicznych związków roślin. Liczba ta w przybliżeniu daje 3 t z każdego ha powierzchni Ziemi. Wchodzące w skład substancji organicznych: węgiel, wodór, azot oraz inne pierwiastki zostały „naładowane energią słoneczną” i stały się „geochemicznymi akumulatorami” [4]. Przy rozładowywaniu tych akumulatorów, wykorzystujemy zawartą w nich energię, wtedy gdy się odżywiamy, kiedy spalamy węgiel, ropę naftową, gaz ziemny, które nas ogrzewają, dzięki którym poruszamy się itp. [5].

W biosferze substancje organiczne stanowią pożywienie dla mikroorganizmów, które w ciągu setek milionów lat „zjadły” niejedno złożę ropy naftowej [2]. Rozładowując „geochemiczne akumulatory” bakterie

jednocześnie przyczyniają się do zmian zachodzących w otaczającym środowisku. Na powierzchni Ziemi w rzekach, jeziorach, w wodach gruntowych utleniona siarka występuje w postaci siarczanów lub jonów (SO_4^{2-} — S^{2-}). Sulfaty przedostające się do głębin ziemskich lub na dno mórz trafiają do środowiska, w którym brak tlenu wolnego.

W ciągu miliardów lat istnienia życia na Ziemi mikroorganizmy przystosowały się do warunków beztlenowych (anaerobowych). Niektóre bakterie uwalniają siarkowodor z siarczanów lub gnijącego białka. Inne gatunki bakterii siarkowych, przebywających na dnie bogatych w substancje pokarmowe bagien, lub np. osiadłych na filtrach oczyszczających ścieki, utleniają siarkowodor na siarkę elementarną. Podczas tych procesów utleniania zostaje uwolniona energia służąca częściowo do asymilacji dwutlenku węgla w wyniku chemosyntezy.

Biosfera jest nadzwyczaj różnorodna, we wszystkich jej przejawach i strefach występuje substancja organiczna, która jest rozkładana przez organizmy żywe, przeważnie bakterie, przy czym wydziela się energia chemiczna. Nośnikami tej energii są takie produkty rozkładu substancji organicznych, jak bezwodnik węglowy — CO_2 , kwasy organiczne, mineralne związki siarki, fosforu i azotu [3]. Wszystkie one odznaczają się wysoką chemiczną aktywnością i dostając się do wód naturalnych, które „naładowane” energią, stają się chemicznie wysookoaktywnymi. W wyniku tych procesów następuje przekształcenie litosfery — rozkład skał z powstawaniem gleb, wskutek wietrzenia skorupy ziemskiej, występowania osadów. W ten sposób procesy chemicznego rozkładu substancji organicznych są charakterystyczne dla wszystkich stref i określają ich strukturę [3]. Jednak powstawanie żywej substancji z udziałem składników mineralnych, nie jest charakterystyczne dla całej biosfery, a tylko dla krajobrazów lądowych i górnej strefy Oceanu Światowego [3].

W dżunglach Ameryki Południowej, na obszarze Amazonii, gdzie dzięki wilgotnej i ciepłej atmosferze zwrotników, przez cały rok odbywa się wyjątkowo intensywne krążenie biologiczne, liczne rzeki tego regionu mają wody koloru czarnego, stąd największy z dopływów Amazonki nazywa się Rio-Negro czyli „czarna rzeka”. Ta woda rzeczna zawiera liczne rozpuszczone w niej czarne organiczne substancje, które przedostały się do rzeki z sąsiadujących z nią bagien. Równocześnie woda rzeczna obfituje w wolny tlen atmosferyczny. W ten sposób obok siebie występują w jednym systemie naturalnym silne utleniacze (wolny tlen) oraz silne czynniki redukujące (substancja organiczna). To co można zaobserwować w czarnej zwrotnikowej rzece jest charakterystyczne dla innych krajobrazów Ziemi, prawie wszędzie występuje wolny tlen i substancje organiczne [3].

Aby ocenić energetyczną rolę żywej substancji, należy zsumować wszystkie ilości żywych organizmów, głównie roślin, które istniały na Ziemi, w okresie jej geologicznej historii, tj. w ciągu około 3 mld lat. Jeśli przyjąć, że w ciągu okresu geologicznego 350 mln lat, licząc od drugiej połowy okresu dewońskiego, ogólna masa żywej substancji na Ziemi była zbliżona do obecnej, to wymiary biomasy w ciągu $3,5 \cdot 10^8$ lat wynoszą $3,5 \cdot 10^{19}$ t, co prawie dwukrotnie przewyższa masę skorupy ziemskiej mającą $2 \cdot 10^{19}$ t. Żywa substancja to nadzwyczaj aktywna „działająca masa”, stąd olbrzymia energetyczna rola, którą spełnia żywa substancja na Ziemi. Charakterystyczny dla współczesnej biosfery węgiel

kopalny powstał w dewońskim, węglowym, jurajskim oraz w innych okresach [3].

Biosfera składa się ze strukturalnych jednostek, w których substancja żywa i materia organiczna są ciasno ze sobą powiązane i wzajemnie się przenikają. Takim przykładem może służyć gleba, zaś związaną z nią naukę o glebie określono gleboznawstwem. Pomiedzy glebą z jednej strony a biosferą z drugiej istnieje kategoria systemów przejściowych, do których należy też krajobraz [1].

Na większość naturalnych krajobrazów składają się żywe organizmy i gleby oraz takie elementy, jak strefa wietrzenia, poziomy wód gruntowych, atmosfera przyziemna [1].

W ostatnich dziesięcioleciach przy badaniu krajobrazów zastosowano też metody geochemii, stąd powstał nowy kierunek geochemii — geochemia krajobrazu. Jeszcze wcześniej geografowie, badając tundrę, tajgę i inne krajobrazy, interesowali się przy tym głównie klimatem, rzeźbą, akwenami, glebami, roślinnością i światem zwierzęcym. Geochemik natomiast bada, jak przemieszczają się pierwiastki chemiczne w tych krajobrazach, gdzie one się gromadzą, jaki wpływ mają na organizmy żywe. Przy tym wyróżnia się charakterystyczne cechy, stąd tajga to „kwaśny krajobraz” (kwaśne gleby i akweny, bagna), „żelazny krajobraz” (skupienie żelaza), stepy — krajobraz „wapienny”, solniska stepowe — „krajobraz sodowy” [4].

B. B. Połynow [5] badał pierwsze fazy wietrzenia skał wybuchowych i doszedł do wniosku, że są powiązane z czynnościami życiowymi porostów skorupiastych, żyjących na powierzchni skał. Porosty pobierają ze skał takie składniki jak krzem — Si, glin — Al, żelazo — Fe, magnez — Mg, wapń — Ca oraz inne pierwiastki; natomiast z atmosfery: dwutlenek węgla — CO_2 , wodę — H_2O , z których to budują swój organizm. Po obumieraniu porostów, z węgla — C, tlenu — O, wodoru — H, azotu — N powstają czarne humusowe substancje, zaś z dwutlenku krzemu — SiO_2 , glinu — Al, żelaza — Fe, magnezu Mg — gliniaste [2].

W skorupie ziemskiej można ustalić różne kategorie zachodzących w niej procesów: procesy prowadzące do nagromadzenia energii, zwiększenia różnorodności, dyferencjacji, komplikacji oraz procesy prowadzące do wyswabadzania energii, zmniejszenia różnorodności i złożoności.

Obie kategorie przeciwstawnych sobie procesów charakterystyczne są dla biosfery. W wyniku przebiegu procesów życiowych znaczne ilości węgla (C) ubywają z atmosfery i gromadzą się w skorupie ziemskiej odkładane w postaci soli kwasu węglowego (węglanu wapnia), dolomitów, węgla brunatnego i kamiennego oraz innych kopalin [2]. Jednocześnie znaczne ilości dwutlenku węgla oraz częściowo węglowodorów powracają do atmosfery w wyniku działalności wulkanicznej oraz innych procesów [7].

Krajobrazy można podzielić na trzy typy: dziewicze — nie tknięte działalnością ludzką; naturalne — znajdujące się częściowo pod wpływem człowieka oraz uprawiane — całkowicie objęte ludzką działalnością.

W centralnej części Antarktydy oraz na niektórych obszarach Amazonii istnieją jeszcze tereny, do których nie dotarła stopa ludzka. Można także wyróżnić wśród naturalnych krajobrazów tereny na obszarze których wpływy niszczącej ujemnej działalności ludzkiej są jeszcze słabe i nieznaczne, do tych należą np. parki narodowe, część rezerwa-

tów oraz część pustyń, stepów, tajgi, dżungle itp. We wszystkich drzewiastych częściowo naturalnych krajobrazach energia słoneczna dzięki krążeniu biologicznemu pierwiastków przeobraża się (transformuje się), przechodzi w energię procesów geochemicznych. Słoneczna energia, nagromadzona przez żywą substancję dzięki rozkładowi organizmów, przekształca się w czynną energię chemiczną. Stąd krajobraz szczególnie obfituje w wolną energię zdolną do wykonywania pracy chemicznej. W krajobrazach, wyróżniających się bogatą taką energią, tj. tam gdzie zaznacza się rozkład obfitych substancji organicznych, można obserwować wielką różnorodność i złożoność przyrody: ogromną liczbę gatunków żywych organizmów, zwiększenie się piętrowości w poszczególnych zespołach szaty roślinnej oraz piętrowości podziemnej w systemach korzeniowych roślin. Krajobrazy takie wyróżniają się: wysokim zdyferencjonowaniem, geochemicznymi kontrastami, intensywnością migracji elementów chemicznych.

Dwa ważniejsze wskaźniki charakteryzują żywą substancję krajobrazu, są to: biomasa oraz roczna jej produkcja. Uczeni radzieccy L. E. Rodin i N. I. Bazilewicz [6] usystematyzowali wszystkie dane odnoszące się do biologicznego krążenia odbywającego się w zasadniczych typach roślinności. Masa żywej substancji i jej ilościowe charakterystyki są ważniejszymi parametrami krajobrazów naturalnych i uprawianych. W ten sposób biomasa i roczna jej produkcja mogą być podstawą do wyróżnienia poszczególnych grup i typów krajobrazów. Na podstawie biologicznego krążenia można wszystkie krajobrazy podzielić na kilka większych ugrupowań, jak leśnych, stepowych, łąkowych, tundrowych, pustynnych [8].

Grupy geochemicznych krajobrazów rozdzielają się na typy, oparte na produkcji żywej substancji i na wskaźnikach progresywnego rozwoju krajobrazu. Tak w grupie leśnej — można wyróżnić między innymi następujące typy: wilgotne lasy zwrotnikowe, podzwrotnikowe lasy liściaste, lasy liściaste bukowe i dębowe, bory itp.

Na podstawie ilości biomasy wyżej wspomniane typy nie różnią się znacznie między sobą. Tak biomasy wilgotnych podzwrotnikowych lasów oraz liściastych charakteryzują się zbliżonymi do siebie wielkościami. Natomiast szybkość przyrostu żywej substancji w warunkach wilgotnego i ciepłego klimatu, gdzie nie ma mroźnych zim, jest znacznie wyższa. W wyniku tego na obszarze podzwrotnikowym zaznacza się szybki przyrost wartości biomasy w ciągu krótszego okresu czasu. Każdy typ krajobrazu przedstawia nie tylko roczną produkcję substancji żywej, lecz wykazuje również określony skład gatunkowy roślin, strukturę biocenoz, oraz „odpowiedni stopień organizacji” [8]. Do powstania określonej masy substancji żywej niezbędny jest odpowiednio działający „mechanizm”, w postaci zestroju różnych gatunków zwierząt i roślin. Typy krajobrazów roślinnych zasadniczo odpowiadają typem szaty roślinnej, wyróżnianych w fitocenologii (fitosocjologii), gdyż w obu przypadkach klasyfikowane są zbliżone do siebie zjawiska krążenia biologicznego pierwiastków w przyrodzie. Przy tym w fitocenologii klasyfikacja opiera się na strukturze biocenozy — zespołu roślinnego, zaś geochemia krajobrazu opiera się na rocznej produkcji substancji żywej [8].

Na Ziemi ciepło i wilgoć rzadko występują zgodnie z zapotrzebowaniami organizmów. Tak w pustyniach brak jest wilgoci, a istniejące

znaczne zapasy ciepła i światła nie są całkowicie wykorzystywane. W tundrze przeciwnie brak jest ciepła, natomiast istnieje nadmiar wilgoci. Dlatego też trudno jest ustalić jednolitą funkcjonalną zależność pomiędzy typem krajobrazu a zasobami ciepła i wilgoci na Ziemi. Deficytowość jednego z czynników (ciepło lub wilgoć) sprowadza się do tego, że zmiana drugiego — w określonych warunkach nie wywiera istotnego wpływu na biologiczne krążenie i na typ krajobrazu. Tak w pasie zwrotnikowym i równikowym przy równomiernym rozkładzie 5000 mm rocznych opadów atmosferycznych występuje całkowicie zabezpieczenie krążenia biologicznego. Natomiast zwiększenie się tych opadów do 6000 mm rocznie nie ma istotnego taksonomicznego znaczenia, gdyż typ krajobrazu, w tym przypadku wilgotnego zwrotnikowego lasu, nie ulega zmianom. Dla ścisłości należy zaznaczyć, że w wyniku zwiększonych opadów, zaznaczają się różnice, lecz nie mają one istotnego wpływu na krajobraz lub określają drobne różnice zachodzące w granicach danego typu krajobrazu. Odwrotnie jeśli ilość opadów spadnie do 1000 mm rocznie, to jednak przy występujących zasobach ciepła, opady te nie zabezpieczają normalnego krążenia biologicznego w wilgotnych zwrotnikach. Typ krajobrazu może ulec zmianom na korzyść lasów z opadającym w okresie letnim listowiem.

Ciepło i wilgoć, dwa główne czynniki warunkujące życie, obfitują na licznych obszarach zwrotnikowych Ziemi. Tam gdzie temperatura nie spada poniżej 25—30°C, gdzie codziennie mają miejsce zwrotnikowe ulewy, gdzie wysokość opadów rocznych wynosi 2—3 m, a nawet więcej. Tam, gdzie życie ujawnia się w całej swojej wspaniałości i różnorodności, tam drzewa i rośliny zielne niezwykle szybko rosną; bambus w ciągu tylko jednej doby osiąga wzrost człowieka, podczas gdy w tundrze roczny przyrost porostów wynosi zaledwie 1 mm. Jeśli w lasach środkowej Polski panują tylko dwa — trzy gatunki drzewiaste, np. sosna, świerk, dąb, to w lasach zwrotnikowych na nieznaczonej przestrzeni występują setki gatunków drzew. Łatwiej tam natrafić na 100 różnych gatunków drzewiastych roślin, aniżeli na 100 drzew należących do tegoż samego gatunku, jak to ma miejsce w szerokościach umiarkowanych.

Rozkład resztek organizmów odbywa się w wilgotnych zwrotnikach ze znaczną szybkością, gdyż mikroorganizmy pracują tu z większym natężeniem. W wyniku działalności mikroorganizmów, mrówek, termitów, innych zwierząt oraz roślin saprofitycznych i pasożytniczych, w ciągu kilku lat po obumarłym drzewie nie pozostaje nawet żadnego śladu [4].

Krążenie biologiczne pierwiastków w warunkach zwrotnikowych charakteryzuje się nie spotykanym w umiarkowanej strefie rozmachem i szybkością: znaczne wartości CO_2 , wodoru, tlenu oraz innych elementów rokrocznie wydobywają się z gleby i atmosfery i przekształcają się w substancje organiczne żywych organizmów, później znowu rozkładających się, po obumieraniu roślin i zwierząt do składników nieorganicznych. W wyniku intensywnego rozkładu resztek roślinnych, wody guntowe zostają wzbogacone w dwutlenek węgla i kwasy organiczne. Kwaśne te wody odznaczają się ogromną niszczyielską siłą, rozkładającą skały i przyczyniającą się do ich wietrzenia. Zawarte w skałach sód, potas, wapń, magnez, chlor, siarka stopniowo przechodzące do wód, są wymywane z gleby i skał. Żelazo, glin i tytan

oraz niektóre inne pierwiastki są mniej ruchliwe, gdyż tworzą koloidalne zawiesiny przebywające w glebie i w strefie wietrzenia. W związku z obfitością występujących w glebach żelaza, przyjmują one jaskrawo czerwony kolor [3]. W wyniku tego zarówno na granitach i bazaltach oraz na łupkach, a nawet na wapieniach formują się podobne czerwone gleby. Pomimo tego, że w wilgotnych zwrotnikach zachodzi olbrzymi proces rozkładu skał i przenoszenia do oceanu składników ruchliwych, część tych zostaje pobrana przez organizmy i bierze udział w krążeniu biologicznym. Jednak krajobraz zwrotnikowy zubożały w potas, sód i wapń oraz inne składniki, odbija się na florze i faunie tych obszarów, a niekiedy wpływa na życie człowieka. Niska zawartość sodu w roślinach i w wodach miejscami nie pokrywa zapotrzebowań organizmu. Deficyt tego szczególnie zaznacza się przy wykonywaniu ciężkiej pracy fizycznej, kiedy organizm wydala wraz z potem znaczne ilości soli (na obszarach zwrotnikowych człowiek może stracić do 12 l potu w ciągu dnia). Obniżenie się poziomu sodu we krwi pociąga za sobą wyczerpanie systemu nerwowego oraz szybkie zmęczenie. Szympansy, kury, psy oraz inne zwierzęta wykazują mniejsze wymiary, co przypuszczalnie pozostaje w związku z deficytem potasu w organizmach, ważniejszego składnika szkieletu. W ten sposób zwierzęta wilgotnych lasów zwrotnikowych przystosowują się do niedoboru niektórych elementów, gdyż przy małych wymiarach organizm ma wtedy mniejsze wymagania.

Krzemionka (SiO_2) powstająca przy wietrzeniu skał wchodzi w skład zwrotnikowych wód gruntowych, glebowych i rzecznych. Stąd wysoka zawartość krzemionki w wielu roślinach zwrotnikowych, których poszczególne części robią wrażenie jakby skamieniałych. Tak bambus, występujący na bagnach zwrotnikowych, zawiera w swoich dętych pędach minerał opał ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Licznie występuje w wilgotnych krajobrazach zwrotnikowych żelazo, glin, jak również wodór i tlen zawarte w wodzie. Na obszarach wulkanicznych, np. na Jawie (Indonezja), wybuchy wulkaniczne powodują pokrywanie gleby popiołem wulkanicznym, wzbogacającym w ten sposób glebę w niektóre pierwiastki. Stąd wybuchy wulkaniczne stanowią poniekąd naturalne nawożenie gleb. Dlatego też krajobrazy wulkaniczne wyróżniają się wysoką urodzajnością, gęstym zaludnieniem i starożytną cywilizacją.

Nie zbadana jest geochemia obszarów wilgotnozwrotnikowych Azji, Afryki i Ameryki Południowej, zamieszkiwanych przez setki milionów ludzi. Jak odbija się ubóstwo gleb i wód na miejscowej florze i faunie, jakie powstają w związku z tym zmiany przystosowawcze? W jaki sposób ubogi w potas oraz inne pierwiastki krajobraz odbija się na zdrowiu tamtejszych mieszkańców, jaka jest zawartość rzadkich pierwiastków w tych krajobrazach i ich wpływ na organizmy? Jak podnieść urodzajność upraw i produkcyjność hodowli bydła?

Jeśli z wilgotnych zwrotnikowych terenów przeniesiemy się daleko na północ, omijając sawanny, pustynie, obszary śródziemnomorskie i stepy, to przedostaniemy się do innych terenów leśnych. Ciągłym pasem występują tu lasy przechodzące przez Europę, rozpoczynające się od Skandynawii od brzegów Atlantyku i ciągnące się dalej na wschód do Kamczatki, wybrzeża Morza Ochockiego i Sachalinu. Na drugiej półkuli lasy te opasują Amerykę Północną. Dla cieplejszych szerokości charakterystyczne są spośród drzew: dąb, buk, klon, grab, jesion, lipa oraz inne drzewa liściaste. Natomiast na ogromnych obsza-

rach Syberii oraz europejskiej Północy panują drzewa iglaste jak: świerk, sosna i modrzew.

Mało ciepła słonecznego uzyskuje tajga w porównaniu do zwrotnikowych obszarów, bo lato jest tam krótkie i stosunkowo chłodnawe, za to zima długa i mroźna. W wyniku tych warunków krążenie biologiczne jest mniej intensywne, mniej tworzy się biomasy, mniejszy jest rozpad organizmów. Przyroda żywa jest tu jednostajniejsza niż w wilgotnych zwrotnikach, liczba gatunków również mniejsza. Słabiej też w tajdze zaznacza się wietrzenie. Gleby tajgi są kwaśne, stąd rośliny i zwierzęta odczuwają braki mineralnego pożywienia. Wody rzeczne i gruntowe są „miękkie”, gdyż mało zawierają substancji mineralnych. Szczególnie zaznacza się deficyt wapnia. W kwaśnych krajobrazach tajgi występuje u zwierząt zachorowanie — rachytyzm, obniża się mleczność u krów, zmniejsza się wzrost zwierząt, skorupa jaj staje się cieńsza, muszle mięczaków maleją. Kwaśna reakcja gleb jest szkodliwa dla roślin uprawnych, stąd należy gleby wapniować, dodawać do nich węglanu wapnia (CaCO_3). Wapń neutralizuje kwasowość. Kwaśne gleby są ubogie w azot, fosfor i potas. Niektóre azotowe i potasowe nawozy dostarczają roślinom niezbędnego pożywienia, mogą jednocześnie przyczynić się do podwyższenia kwasowości gleb. W wielu krajobrazach strefy leśnej obserwuje się deficyt kobaltu (Co), fosforu (F), miedzi (Cu), molibdenu (Mo), jodu (J) oraz innych rzadkich pierwiastków [5]. Gleby w wielu krajobrazach tajgi zawierają zbyt małe ilości kobaltu, stąd rośliny są również ubogie w ten pierwiastek. Nie mniej ważny jest inny rzadki pierwiastek — fluor, dostający się do organizmów zwierząt i człowieka za pośrednictwem wody pitnej. Analiza chemiczna litra zwykłej wody pitnej wykazuje tylko 1/1000 fluoru, a nawet mniejsze jego ilości wystarczające do normalnego rozwoju zębów, paznokci i włosów. Wody krajobrazów tajgi zawierają fluor poniżej normy. Większość krajobrazów tajgi — to „kwaśne” krajobrazy. Kwaśne gleby, deficyt pierwiastków, chłodnawy klimat oraz inne cechy tych krajobrazów stwarzały w przeszłości obraz terenów ubogich, mało urodzajnych, a nawet czasami skazanych na zagładę. Inaczej przedstawiają się te sprawy obecnie, gdy na pierwszy plan występują ogromne potencjalne bogactwa tajgi, w okresie gdy las stał się skarbnicą chemii. W ciągu wieków fotosynteza spowodowała nagromadzenie się cennych substancji organicznych. Z 1 ha lasu świerkowego można rocznie zebrać więcej węglowodanów, aniżeli może dostarczyć pole 1-hektarowe zasiane pszenicą lub porośnięte ziemniakami. Z drewna pozyskuje się liczne produkty jak: papier, włókna syntetyczne, glicerynę, masy plastikowe, jak również inne cenne wyroby. Ubogie gleby bielcowe mogą stać się wysokowartościowe przy zastosowaniu nawozów. W ten sposób mineralne dokarmianie pozwala na likwidowanie deficytu niektórych pierwiastków w hodowli bydła, zaś fluorowanie wody, jodowanie soli kuchennej wpływają na polepszenie się zdrowia ludności, pomagają w zwalczaniu chorób. W ten sposób chemizacja przyczynia się do przekształcania ubogiego naturalnego krajobrazu w urodzajny i uprawny [4].

Krajobrazy wapienne charakteryzują się znaczną zawartością wapnia w glebach. Wody powierzchniowe i gruntowe, płynące w sąsiedztwie skał zawierających CaCO_3 , wzbogacone wapniem nie są tak „miękkie”, jak w kwaśnej tajdze. Organizmy wykazują cechy dostatecznego odży-

wiania się wapniem, stąd na łąkach zalewowych taka duża jaskrawość występujących kwiatów, obfitsze występowanie roślin motylkowatych, wymagających wapnia, zaś przeciwnie mniej rośnie tu turzyc, tak zwanych traw kwaśnych oraz skrzypów, występujących na glebach zakwaszonych. Również zwierzęta mniej chorują na krzywicę, w porównaniu do przebywających w krajobrazach kwaśnych, mleczność krów jest tu wyższa, skorupa jaj — grubsza, zaś muszle mięczaków większe. Drzewostany leśne w krajobrazach wapiennych są obfitsze, bogatsze jakościowo, wykazują bogate podszycie oraz różnogatunkowe runo. Geochemiczna swoistość tych krajobrazów spowodowana jest nie przez klimat i rzeźbę terenu, ale przez skład chemiczny skał obfitujących w CaCO_3 . Krajobrazy wapienne to jakby krajobrazy z naturalnym wapieniowaniem gleb. Dalsze podwyższenie produktywności tych pozostaje w związku z szerokim zastosowaniem mineralnych nawozów — azotowych, fosforowych, potasowych, bakteryjnych, jak również z mineralnym dokarmianiem bydła [4].

Stepy — to krajobrazy o szybkim krążeniu pierwiastków. W rzeczywistości jest tu więcej ciepła, zima jest krótsza niż w tajdze. Stepy dostarczają pszenicy i kukurydzy, buraka cukrowego i słonecznika wraz z wielu innymi uprawami spożywczymi i technicznymi. Jeśli w tajdze drzewa dochodzą do wieku dziesiątków, setek lat, to na stepach rokrocznie obumiera znaczna część szaty roślinnej. Gleby stepowe obfitują w mikroorganizmy, rozkład martwych resztek roślinnych odbywa się szybko, gdyż związki które wchodziły w skład substancji organicznych znowu ulegają mineralizacji i stąd stają się dostępne dla następnych pokoleń roślin. Krążenie biologiczne na stepach przebiega znacznie szybciej niż w tajdze. Podobnie jak w tajdze również i na stepach, podczas rozpadu resztek roślinnych, powstają kwasy humusowe i kwas węglowy. Lecz w tym przypadku kwasy te są neutralizowane przez wapń i inne kationy zawarte w popiole roślin. Obfitość wapnia określa liczne geochemiczne właściwości krajobrazu stepowego. Organizmy zaopatrzone w ten pierwiastek nie cierpią na głód wapnia, zaś wody stepowe wykazują reakcję obojętną lub słaboalkaliczną. W odróżnieniu od tajgi gleby stepowe zawierają więcej soli mineralnych, natomiast w ich składzie nie brak związków żelaza i glinu. W latach posuszy obniża się zawartość fosforu w karmach. Uzyskanie wysokich plonów wymaga nawet na stepach czarnoziemnych, stosowania mineralnych, a przede wszystkim nawozów fosforowych, azotowych, a częściowo i potasowych. Rozwój produkcyjnej hodowli zwierząt wymaga również mineralnego dokarmiania. Niektórym zaś roślinom brakuje również mikroelementów. W niektórych wypadkach uprawy buraka cukrowego cierpią z braku boru (B) w glebach, zaś niekiedy urodzaje buraka zwiększają się w wyniku stosowania manganowych (Mn) nawozów.

W krajobrazach niektórych stepów suchych występuje trujący rzadki element selen (Se). W krajobrazach, obfitujących w selen (USA, Kanada, Ameryka Południowa, ZSRR) występuje w roślinach ten trujący pierwiastek, powodujący schorzenia u zwierząt; mięso takich zwierząt jest trujące.

Pustynie — to krajobrazy słabego oddziaływania żywej substancji na migrację wodną. Pustynia nie jest pozbawiona życia, występują tu niektóre rośliny, zaludnia ją specyficzny i różnorodny świat zwierzęcy.

Jednak ilość gatunków przebywających na pustyni jest stosunkowo nieznaczna. W pustyni przeważa środowisko neutralne i alkaliczne, natomiast brak jest kwaśnego. Rośliny pustyni słabo chronią powierzchnię gleby, stąd silna erozja wietrzna. Wiatr to ważny geochemiczny czynnik pustyni, przenoszący ogromne masy cząsteczek gliny, pyłu i piasku, powodujący powstawanie charakterystycznej rzeźby terenu. Nawet w spokojne dni atmosfera pustyni jest zapyłona, a podczas burzy powietrze jest tak przesycone pyłem, że nierzadko w ciągu dnia zapada zmrok. Obserwacje takiej burzy pyłowej, przeprowadzone na obszarze Turkmenii (ZSRR), wykazały, że na przestrzeni 8400 km² powietrze zawierało około 100 tys. t pyłów, a nawet woda deszczowa wykazywała zawartość 10 g pyłu w 1 l, zaś na 1 ha powierzchni w ciągu 10 min. spadło około 10 t pyłu. W suchym i gorącym klimacie wody powierzchniowe i gruntowe silnie parują, stąd wzrasta w nich zawartość soli, która miejscami przewyższa 100 g w 1 litrze. Gospodarcze opanowanie pustyni wysuwa zagadnienie ochrony tego środowiska. Krajobraz pustynny można łatwo zakłócić, natomiast bardzo trudno go zrekonstruować. W szczególności niebezpieczne jest niszczenie szaty roślinnej [4].

Krajobrazy istnieją od kilku miliardów lat. Dane o krajobrazach poprzednich er i okresów geologicznych czerpiemy z kopalnych resztek zwierząt i roślin, lecz najwięcej z lądowych pokładów — rzecznych, jeziornych, wietrznych i innych. W każdym krajobrazie współczesnym można odnaleźć różne składniki reliktowe, stanowiące spuściznę ubiegłych epok, innych warunków klimatycznych i geologicznych. Na tych też podstawach można prześledzić historię krajobrazu i łatwiej zrozumieć jego stan współczesny.

Z biegiem okresów geologicznych wzrastała siła działająca energii biosfery. Nie wykorzystywane są ogromne energetyczne zapasy biosfery, jak również energia jądrowa. Istnieją wspaniałe projekty wykorzystania nawet energii obrotów Ziemi.

Rozwój Ziemi niewątpliwie odbywał się wraz z różnorodnością i złożonością struktury w górnych jej warstwach, z jednoczesnym powstawaniem nowych form substancji. Niestety w ostatnich czasach można obserwować niepokojące tendencje, negatywne procesy zachodzące w biosferze. To co przyroda nagromadziła w ciągu milionów lat, ludzkość Niestety potrafi roztrwonić w ciągu zaledwie setek lat.

LITERATURA

- [1] Dokuczajew W. W. — *K uczeniu o zonach prirody*. SPłb. 1899.
- [2] Perelman A. I. — *Geochimija łańdszafta*. Izd. Wysszaja Szkoła. Moskwa 1966.
- [3] Perelman A. I. — *Geochimija epigeneticzeskich procesow*. Izd. Niedra, 3 wyd. Moskwa 1968.
- [4] Perelman A. I. — *Geochimija biosfiery*. Izd. Nauka, Moskwa 1973.
- [5] Połynow B. B. — *Uczenie o łańdszaftach*. Izd. Ak. Nauk SSSR. Moskwa 1956.

- [6] Rodin L. E., Bazilewicz N. I. — *Dinamika organiczesczego wieszcze-
stwa i biologiczeski krugoworot w osnownych typach rastitielnosti*. Izd. Nauka,
Moskwa-Leningrad 1965.
- [7] Smirnow W. I. — *Gieologija poleznych iskopajemych*. Izd. Niedra, Moskwa
1969.
- [8] Sukaczew W. N. *O sootnoszenii poniatij gieograficeskij landszaft i bio-
geocenoza*. Izd. Woprosy gieografii. Moskwa 1949.
- [9] Wernadski W. I. — *Izbrannyye soczinienija*. Moskwa 1954.

ROZWÓJ I ZAPŁODNIENIE GAMETOFITU ROŚLIN NASIENNYCH — ULTRASTRUKTURA

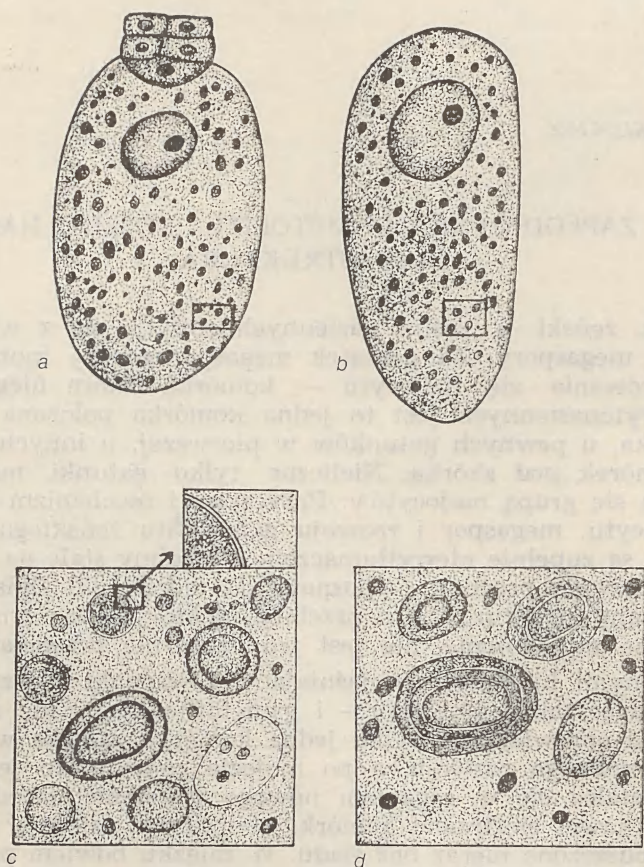
Gametofit żeński u roślin nasiennych rozwija się z wytworzonej w sporoficie megaspory. Za początek megasporogenezy można przyjąć okres różnicowania się mejocytu — komórki, która ulega mejozie. U roślin okrytonasiennych jest to jedna komórka położona na wierzchołku zalążka, u pewnych gatunków w pierwszej, u innych w drugiej warstwie komórek pod skórą. Nieliczne tylko gatunki mają zalążki z różnicującą się grupą mejocytów. Przyczyny i mechanizm różnicowania się mejocytu, megaspor i rozwoju gametofitu żeńskiego (woreczka zalążkowego) są zupełnie niewytłumaczone. Jesteśmy stale na pierwszym stopniu poznawania procesu — poznawania morfologii. Opisane są jedynie przemiany struktur, a i to przebieg niektórych faz życia gametofitu, zwłaszcza zapłodnienie, nie jest jednoznacznie przedstawiany.

Poza ogólnymi hipotezami objaśniającymi warunki i przyczyny zakwitania, a więc także megasporo- i gametofitogenezy nie ma danych jakie czynniki sprawiają, że tylko jedna komórka zalążka wstępuje na drogę generatywnego rozwoju, a po mejozie znów tylko jedna megaspora przekształca się w organizm nowego pokolenia; wtedy gdy sąsiednie, albo nawet siostrzane komórki obumierają, ulegają zniszczeniu i zostają rozpuszczone nieraz bez śladu. W zalążku bowiem procesy rozwoju odbywają się obok, a nawet są uzależnione od procesów rozpadu i hydrolizy części komórek. Komórki linii generatywnej, a szczególnie gametofit i bielmo zachowują się jak łagodne pasożyty, które atakują i niszczą określone komórki somatyczne organizmu gospodarza — sporofitu.

Opisywane tutaj zjawiska embriologiczne są w ogólnych zarysach takie same u wszystkich roślin okrytonasiennych [39, 42, 59], ale nie ma też żadnej struktury i żadnego procesu, co do których nie byłoby pewnych różnic. Dlatego wiele przedstawionych faktów powinno być obwarowanych ogranicznikami: „w zasadzie, niektóre, pewna część” itp. Dla uproszczenia te wyrazy zważające zakres będą prawie wszędzie opuszczone.

MEGASPOROGENEZA, IZOLACJA I AUTOLIZA CYTOPLAZMY

Przygotowująca się do mejozy komórka zalążka rozrasta się o wiele bardziej niż komórki sąsiednie, które w tym czasie dzielą się mitotycznie. W mejocycie (megasporocycie) w miarę wzrostu powiększa się jądro i ilość cytoplazmy z typowymi organoidami: jak mitochondria, plastydy — czasem ze skrobnią, diktiosomy, wakuole pozostają niewielkie.



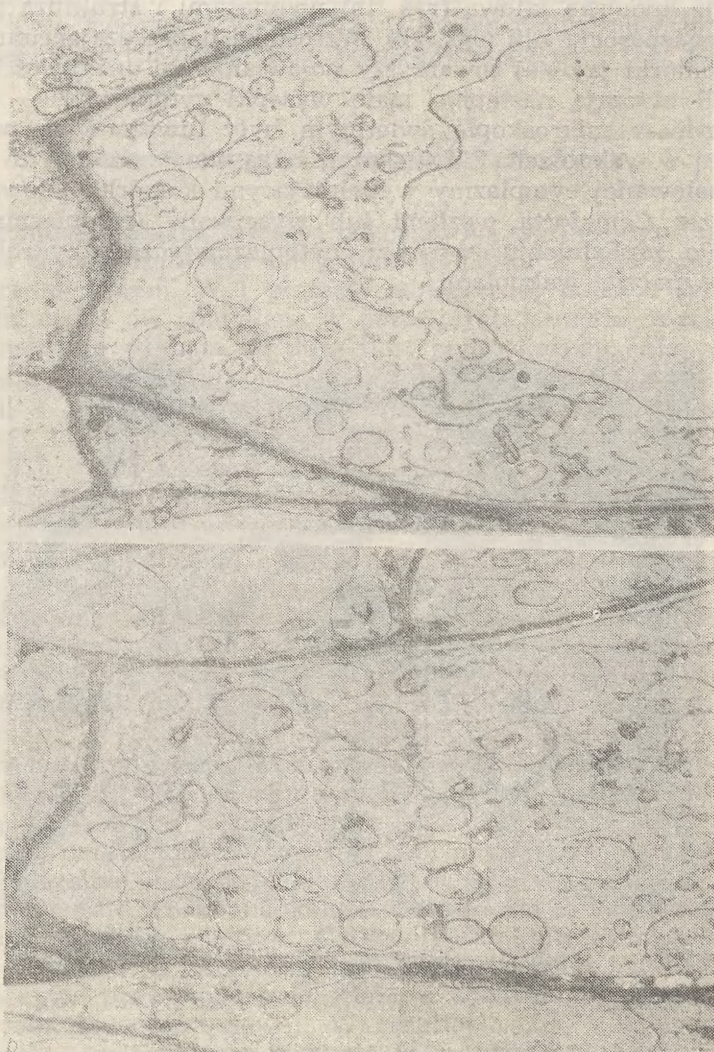
Rys. 1. a — Duża komórka jajowa wraz z pozostałymi komórkami archegonium u rośliny nagonasiennej; b — megasporocyt lili; c — cytoplazma komórki jajowej — rysunek ze zdjęcia w mikroskopie elektronowym, widoczne obszary cytoplazmy otoczone cysternami ER; d — cytoplazma megasporocytu lili z obszarami cytoplazmy ograniczonymi ER (rys. a, c wg [4, 5]; rys. b, d, wg [69, 43].

W mejocyocie lili gromadzą się tłuszcze [43], natomiast czy i jakie substancje zapasowe gromadzą się masowo w mejocytach innych roślin dokładnie nie wiadomo.

Z badań w mikroskopie świetlnym wynika, że mejocyty *Iris* [44] i lili [22] mają dużą ilość ergastoplazmy, tj. zespołów gęsto ułożonych cystern endoplazmatycznego retikulum (ER). Obfitość ER w mejocytach lili, *Crepis* i *Conium* uwiadcza się w mikroskopie elektronowym (ME) [19, 26, 68—71], natomiast u kilku innych gatunków (*Myosurus*, *Dendrobium*, *Helianthus*, *Oenothera*, *Epilobium*, *Calendula*) ER jest niewielkie, ograniczony do pojedynczych cystern i pęcherzyków rozrzuconych w cytoplazmie, a czasem rozciągniętych wzdłuż ścian komórkowych — rys. 3 b [2, 11, 15, 32, 33, 53, 57, 72, 92].

ER u lili uczestniczy bez wątpienia w syntezie białek budujących cytoplazmę ogromnego megasporocytu. W okresie I mejotycznej pro-

fazy płaskie cysterny ER o wielkiej powierzchni przekształcają się w kuliste, koncentryczne układy zamykające pewną ilość cytoplazmy (rys. 1), czasem wraz z mitochondriami lub innymi organoidami. Część tych układów ulega w rozwoju hydrolizie zamieniając się w optycznie puste przestrzenie wakuolarne otoczone membraną [46, 48—50, 67]. Koncentryczne układy ER i hydrolizę cytoplazmy zauważono w me-

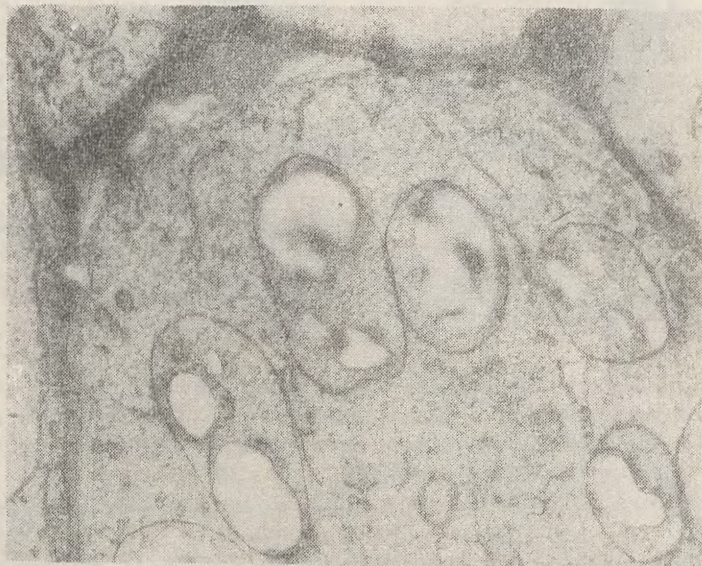


Rys. 2. a — Mikropylarny wierzchołek młodego megasporocytu *Epilobium*, J — jądro, P — plastydy; b — mikropylarny wierzchołek starszego megasporocytu wypełniony plastydami; $\times 5000$ [2].

gaspорогенезі [14, 19] i w rozwoju gametofitu różnych roślin, zwłaszcza w synergidach, antypodach i komórce centralnej [37, 54, 77, 89, 90].

Można mówić o izolowaniu części cytoplazmy przez błony ER i autofagii tychodosobnionych stref zarówno w megasporogenezie lilii i nie-

których innych gatunków, jak i w gametoficie. Zbliżone zjawiska izolacji i trawienia cytoplazmy odbywają się w czasie rozwoju komórki jajowej u sosny oraz innych nagonasiennych, a także paproci [83]. W zalążku sosny czy miłorzębu komórka powstała z megaspory jest coenocytycznym przedroślem, na jego mikropylarnym biegunie różnicuje się komórka macierzysta archegonium, która rozrasta się i po podziale daje komórkę jajową (rys. 1a) wymiarami i strukturą przypominającą megasporocyt lilii (rys. 1b). Wzrostowi poprzedzającemu utworzenie się komórki jajowej towarzyszy pojawianie się dużej ilości ER. Cysterny ER otaczają następnie małe wysepki cytoplazmy — struktury te widoczne w mikroskopie świetlnym były uważane za paraplazmę powstającą w wakuolach. EM wykazał, że są one czymś innym — obszarami odizolowanej cytoplazmy wypełniającymi komórkę jajową, nazwanymi przez Cameforta węzłami lub wysepkami cytoplazmatycznymi [4, 25]. Po zapłodnieniu wysepki cytoplazmatyczne hydrolizują się i stają się małymi wakuolami.



Rys. 3. Plastidy ze skrobią w aktywnej, mikropylarnej megasporze u *Epilobium*:
×15 000 [2].

Podobne przejawy izolacji i hydrolizy cytoplazmy w megasporogenezie lilii i w rozwoju komórki jajowej sosny wynikają prawdopodobnie z analogiczności budowy. W obu roślinach jest duża komórka wypełniona cytoplazmą, w obu po okresie syntezy odbywa się intensywna hydroliza poprzedzająca i towarzysząca ontogenetycznym przemianom komórek. U lilii czterojądrowa megaspóra (coenomegaspora) rozwija się w woreczek zalążkowy, u sosny w komórce jajowej tworzy się zarodek.

W rozwoju megasporocytów i megaspor u roślin o monosporowym typie powstawania woreczka zalążkowego nie ma tak izolo-

wanych obszarów cytoplazmy jak u lilii. Hydroliza części protoplazmy nagromadzonej w przedmejotycznym okresie odbywa się głównie po podziale mejocytu na cztery megasporę. Skutkiem całkowitego niszczenia trzech megaspor rozpuszczone zostaje od 1/2 do 3/4 cytoplazmy zawartej uprzednio w megasporocycie. Przy czym jednak u *Epilobium* jak się zdaje dokonuje się przemieszczenie nieproporcjonalnie dużej liczby plastydów do tej strefy megasporocytu gdzie powstanie aktywna, nie-degenerująca się megaspory [2] rys. 2b. U dwóch roślin zauważono także nierównomierny rozdział plastydów pomiędzy megasporę [14, 33].

RÓŻNICOWANIE SIĘ AKTYWNEJ MEGASPORY

Wśród komórek zalążka mejocyt odznacza się wydłużonym kształtem i większymi wymiarami. Jest on jedyną komórką z zapoczątkowanym podziałem redukcyjnym. W I profazie mejotycznej pojawia się w nim jeszcze jedna cecha nie spotykana w pozostałych komórkach zalążka — w ścianie mejocytu odkłada się duża ilość polisacharydu kalozy.

Tworzenie się ścian kalozowych jest powszechne u roślin okrytozalążkowych o monosporowym typie rozwoju woreczka zalążkowego [1, 33, 62—66, 78]. Stwierdzone to było wcześniej u niektórych nagonasiennych [16, 80] i heterosporowego paprotnika *Selaginella* [30, 31]. U okrytozalążkowych kaloza znika ze ścian, kiedy aktywna megaspory zaczyna się przekształcać w woreczek zalążkowy.

W I profazie mejotycznej ciągle ściana kalozowa otacza cały mejocyt, ale po krótkim czasie znika z tego bieguna komórki, na którym później będzie się różnicować aktywna megaspory. Toteż mejocyty u roślin z rozwojem woreczka zalążkowego typu *Polygonum* mają chalazalną część ściany bez lub prawie bez kalozy, a rośliny o typie rozwoju *Oenothera*, jak np. *Epilobium* nie mają kalozy na biegunie mikropylarnym.

Kalozowe przegrody rozdzielają pomejotyczne komórki tak, że po dwu podziałach każda z trzech nieaktywnych megaspor jest całkowicie otoczona ścianą kalozową, a w megasporze aktywnej kaloza nie występuje na wierzchołku przylegającym do strefy mikropylarnej — w typie *Oenothera* lub chalazalnej — w typie *Polygonum*.

Można przypuścić, że ściana kalozowa w pewnym stopniu przyczynia się do różnicowania komórek. Całkowite zamknięcie megasporę powoduje jej degenerację, częściowe pozwala megasporze na dalszy rozwój. Kaloza czyni prawdopodobnie ścianę o wiele mniej przepuszczalną od ściany celulozowo-pektynowej. W rezultacie już w mejocycie powstają odmienne warunki na biegunie mikropylarnym i chalazalnym, co może prowadzić do różnicowania się aktywnej megasporę w określonym miejscu tetrad. Wyodrębnienie mejocytu od komórek zalążka jest jeszcze większe, ponieważ nie ma pomiędzy nimi a komórkami somatycznymi połączeń plazmatycznych. Plazmodesmy zanikają w mejocycie [11, 33, 34, 72, 92] prawdopodobnie równocześnie z odkładaniem się kalozy.

Megasporę odcięte od otoczenia ulegają całkowicie autolizie rozpoczętej już w megasporocycie [11, 19, 34], a w częściowo otwartej mega-

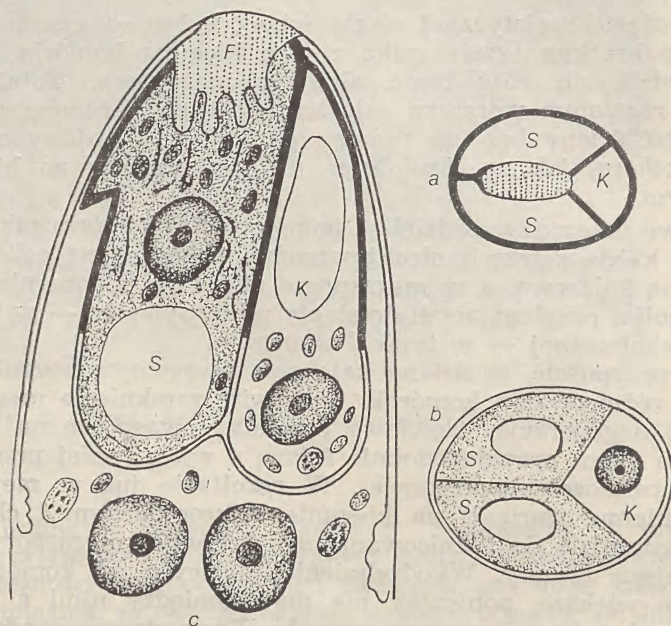
sporze autoliza jest ograniczona i komórka ta wchodzi w okres przygotowania następnego podziału prowadzącego do utworzenia gametofitu (rys. 3).

APARAT JAJOWY

Woreczek zalążkowy najpospolitszego typu — zwanego *Polygonum* składa się z trójkomórkowego aparatu jajowego, dużej, silnie zwakuolizowanej, dwujądrowej komórki centralnej i trzech antypod. Trzy komórki aparatu jajowego zajmują mikropylarną część woreczka zalążkowego. Zwykle komórka jajowa jest nieco przesunięta w kierunku chalazy. Czasem w wierzchołkowej części woreczka zalążkowego są tylko synergidy, a pod nimi leży komórka jajowa, jak u *Jasione montana* (*Campanulaceae*) [3].

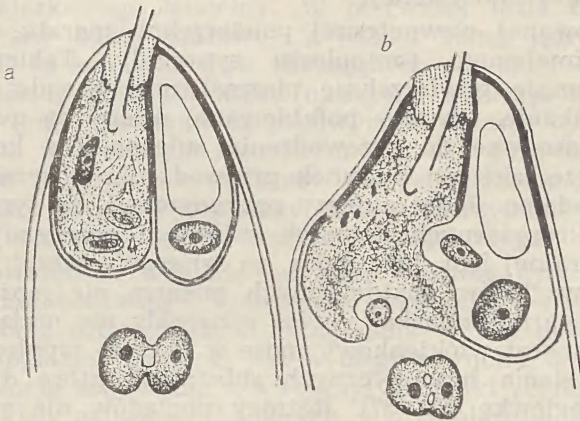
U większości gatunków badanych w EM komórki aparatu jajowego mają niekompletne ściany. Brak jednak ściany komórkowej na chalazalnej części komórki jajowej u *Oenothera* zauważył już w 1918 r. Ishikawa, posługujący się naturalnie mikroskopem świetlnym [81]. Istnienie niepełnych ścian w komórce jajowej i synergidach stwierdzono u kilku roślin oglądanych w EM, np. u bawełny [36, 37], *Torrenia* [58], petunii [85], słonecznika — badanego metodami mikroskopii świetlnej [81] elektronowej [53, 54], lnu [90] i innych (rys. 4).

W komórce jajowej i w synergidach bawełny protoplasty są w 2/3 objęte ścianą komórkową, a od strony chalazalnej ograniczone tylko



Rys. 4. Mikropylarny wierzchołek woreczka zalążkowego, S — synergida, F — aparat fibrylarny, K — komórka jajowa. Ściany komórkowe ograniczają mikropylarne części komórek aparatu jajowego; a — przekrój poprzeczny wierzchołka aparatu jajowego; b — przekrój poprzeczny na poziomie jądra komórki jajowej [wg 39, 42].

błoną cytoplazmatyczną. Toteż części chalazalne komórek aparatu jajowego są od siebie i od komórki centralnej oddzielone samymi błonami cytoplazmatycznymi. Komórki aparatu jajowego u *Capsella* (tasznik) i u storczyka *Epidendrum* mają pełne ściany komórkowe, przedziurawione jednak na wierzchołku chalazalnym szerokimi porami [13,



Rys. 5. Łagiewka w woreczku zalążkowym; a — do częściowo zdegenerowanej synergidy wlewa się zawartość łagiewki z plemnikami; b — zdegenerowana i powiększona synergida po przyjęciu zawartości łagiewki, jądra plemnikowe dostały się już do komórki centralnej i jajowej, u dołu rysunku widać kończącą się kariogamię jąder biegunowych — w komórce centralnej [39]

74, 75]. Celulozowo-pektynowe ściany pomiędzy komórkami aparatu jajowego są poprzecinane plazmodesmami, nie widziano natomiast plazmodesm pomiędzy komórkami woreczka zalążkowego a komórkami sporofitu; niektórzy wspominają o nielicznych plazmodesmach na antypodalnym biegunie. Brak połączeń plasmodesmalnych zdaje się podkreślać odrębność gametofitu.

Komórka jajowa u jednych gatunków może mieć dużo cytoplazmy i organoidów, a u innych przeciwnie jest silnie zwakuolizowana. Z reguły wakuola lub wakuole są od mikropylarnej strony komórki, a jądro od chalazalnej; to wraz z kształtem i budową ściany wskazuje na wyraźną polaryzację komórki jajowej. W cytoplazmie są wszystkie typowe składniki: plastydy, czasem ze skrobią, mitochondria, cysterny gładkiego i szorstkiego ER, pojedyncze rybosomy, rzadziej polirybosomy [13, 17, 37, 39, 42, 75, 83]. Ilość organoidów, struktura i ultrastruktura — słabo rozbudowane grzebień mitochondriów, nierozwinięte plastydy i diktiosomy, mało polirybosomów, zdają się świadczyć, że komórka jajowa jest w stanie małej aktywności fizjologicznej. Jeżeli jeszcze ma dużą wakuolę, cienką warstwę wyściełającą cytoplazmy i jądro przyciśnięte do ściany, jak u *Plumbago* [6], to przypomina zwykłą komórkę miększową.

Synergidy są najbardziej strukturalnie zróżnicowanymi komórkami woreczka zalążkowego. Podobne do komórki jajowej swym gruszkowatym kształtem, mają jednak wprost przeciwny układ wewnętrzny —

jądro w części mikropylarnej, wakuolę w chalazalnej — gęstą i bogatą w organoidy cytoplazmę. U wielu gatunków synergidy mają z boku haczykowaty wyrostek, jakby wystający zaczep (rys. 4). Ściany synergid wszystkich gatunków roślin oglądanych w EM są na wierzchołku mikropylarnym rozbudowane w kształcie gąbczastej narośli, której palczaste pofałdowania wchodzą głęboko do cytoplazmy. Twór ten zwany aparatem włókienkowym składa się z pektyn i hemicelulozy i ma zapewne śluzową konsystencję.

Do pofałdowanej wewnętrznej powierzchni aparatu włókienkowego przylega plazmalemma protoplastu synergidy. Takie pofałdowanie zwiększa ogromnie powierzchnię plazmalemmy i służy zatem, że ułatwia przenikanie. Obszary pofałdowanej ściany są uważane za specjalnie przystosowane do przewodzenia substancji z komórki do komórki. Jednakże jaki jest kierunek przewodzenia w synergidzie z pewnością nie wiadomo. Jedni autorzy przypuszczają, że synergida pobiera pokarm z mikropylarnych komórek zalążka i przekazuje go komórce jajowej i centralnej [36]. Inni sądzą, że synergidy takiej roli nie pełnią, ponieważ ze względów anatomicznych pokarm nie może dopłynąć do strefy mikropylarnej zalążka, a więc synergidy nie mają go skąd czerpać [27, 52]. Aparat włókienkowy może w okresie zapylenia słupka służyć do wydzielania hipotetycznych substancji, które działają chemotropowo na łagiewkę [84, 87]. Różnicy poglądów nie rozstrzygnie się badaniami morfologii synergid.

Niewątpliwą rolę aparat włókienkowy pełni jako struktura przystosowana do przyjęcia łagiewki, wprowadzenia jej do jednej z synergid, gdzie zawartość łagiewki wraz z plemnikami zostaje wyrzucona. Są jednak wyjątkowe gatunki roślin — rodzina *Plumbaginaceae* z wierzchołkiem zalążkowym bez synergid. Ważność aparatu włókienkowego została potwierdzona właśnie na takiej roślinie. U *Plumbago* bowiem na mikropylarnym wierzchołku komórki jajowej tworzy się aparat włókienkowy [6].

Cytoplazma synergidy jest gęsta z wielką liczbą mitochondriów, cystern szorstkiego i gładkiego ER, diktiosomów, a także plastydów często ze skrobią, czasem są kuleczki lipidowe. Niekiedy organoidy skupiają się w określonych strefach cytoplazmy np. mitochondria w pobliżu aparatu włókienkowego podkreślając biegunowe zróżnicowanie komórki. Struktura organelli cytoplazmatycznych jest pośrednim dowodem aktywności fizjologicznej synergid [13, 17, 28, 36, 51, 53, 57, 58, 74, 89, 90].

Podczas zapłodnienia jedna synergida ginie, a druga pozostaje i rozwija się dłużej lub krócej obok zygoty i proembriona. W cytoplazmie tej synergidy uczynnia się aparat Golgiego, namnaża się ER tworząc zwoje cystern, a ściana komórkowa zostaje uzupełniona i pogrubiona. W końcu jednak jądro ulega fragmentacji, organoidy znikają, a cała komórka zapada się — jej resztki tkwią obok rosnącego, wczesnego zarodka. Są gatunki gdzie likwidacja synergidy przebiega inaczej, np. u *Capsella* [74] aparat Golgiego nie uaktywnia się, cysterny ER otaczają jądro. Ostatecznie jednak jądro traci strukturę i rozprasza się. Znika membrana cytoplazmatyczna i ściana synergidy, a cytoplazma miesza się z cytoplazmą bielma.

KOMÓRKA CENTRALNA

Ogromna w porównaniu z innymi komórka centralna zawiera dwa duże jądra leżące w pasmie cytoplazmy, zwykle pod aparatem jajowym, większa część komórki jest optycznie pusta — wypełniona wakuolą. Jądra zwane polarnymi łączą się ze sobą tuż przed zapłodnieniem lub w czasie zapłodnienia. W ME łączenie się jąder (kariogamię) opisał po raz pierwszy Jensen [35] właśnie na przykładzie komórki centralnej woreczka zalążkowego bawełny. W pierwszej fazie łączą się zewnętrzne membrany błony jądrowej, a jeśli z błoną jądrową są zrośnięte kanały ER to kanały z dwu zbliżających się jąder zespala się tworząc rurkowate połączenia, które następnie skracają się i rozszerzają. Pomiedzy tymi mostkami są pochwycone obszary cytoplazmy — widoczne także w mikroskopie świetlnym [20, 45]. Przy skracaniu się mostków większa część tej cytoplazmy jest wypychana na boki, ale zdarza się, że małe grudki cytoplazmy zostają zatrzymane i zamknięte w powstającym wtórnym jądrze woreczka zalążkowego.

Komórka centralna ze względu na dużą wakuolę była uważana za obszar spokoju metabolicznego, tymczasem przyżyciowe obserwacje Erdelskiej [21] i obraz ultrastruktury cytoplazmy w EM dowodzą czegoś przeciwnego. Cytoplazma komórki jest w ciągłym ruchu, a duże jąderko żywo pulsuje, tworzą się w nim i wylewają kropelki płynu, jakby wakuole. U wszystkich gatunków badanych w cytoplazmie są masy ER, plastydy w formie amyloplastów, a niekiedy chloroplastów, często plastydy przyjmują kształt kubków, diktiosomy, mitochondria i dużo rybosomów [28, 37, 49, 50, 53, 77, 85, 90]. Komórka jest oddzielona od ośrodka i antypod ścianą, która na wysokości aparatu jajowego może być pofałdowana [3, 55, 73]. Zewnętrzne warstwy mogą się składać ze sprasowanych resztek ścian komórek ośrodka, które uległy degeneracji [79]. Antypody i komórka centralna są połączone plazmodesmami, ale nie na ich w bocznych ścianach przyległych do ośrodka. Od strony aparatu jajowego pomiędzy plazmalemmami rozciąga się cienka warstwa bliżej nie określonego materiału.

ANTYPODY

Antypody są najbardziej zmiennym składnikiem woreczka zalążkowego. U wielu gatunków w ogóle ich nie ma — rodzina *Onagraceae* i niektóre storczyki, u innych tworzą całą tkankę złożoną z kilkudziesięciu komórek [17, 18]. Antypody mogą zamierać przed zapłodnieniem lub rozrastać się podczas embriogenezy do gigantycznych wymiarów i wtedy dopiero ulegają zniszczeniu. Na ogół jednak trzy antypody w okresie dojrzewania woreczka zalążkowego są bardzo aktywnymi komórkami, a wkrótce po zapłodnieniu obumierają. Komórki zawierają cytoplazmę z rozwiniętym ER, dużą liczbą czynnych diktiosomów, mitochondriami i plastydami. W ścianach znajdują się plazmodesmy, a niekiedy związek pomiędzy antypodami jest jeszcze ściślejszy, ponieważ ściany mogą mieć duże otwory. Nie wykluczone jest istnienie nielicznych plazmodesm pomiędzy antypodami a komórkami chalazy [51]. Bardziej typową modyfikacją tej części ściany są pofałdowania i wyrostki przypominające aparat włóknienkowy [18, 29, 51, 60, 61].

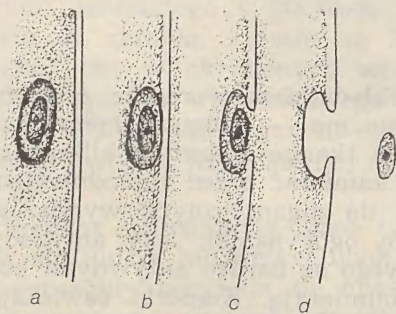
Budowa chalazalnej ściany antypod nasuwa przypuszczenie, że są one

miejszem przez które głównie odbywa się wnikanie pokarmu do woreczka zalążkowego. W przyległym do antypod obszarze rozwija się u *Capsella* specjalna grupa komórek ulegających hydrolizie i zniszczeniu [76].

ZAPŁODNIENIE

Gamety męskie są wprowadzane do woreczka zalążkowego za pośrednictwem łagiewki, która wrasta zwykle przez mikropyle do jednej z synergid. Rzadziej łagiewka omija synergidy i wnika do woreczka zalążkowego przeciskając się pomiędzy komórkami aparatu jajowego, wtedy obie synergidy pozostają nienaruszone [79]. U kilku gatunków łagiewki wchodzące do woreczka zalążkowego były widoczne w ME, zawsze droga ich kończyła się wewnątrz synergidy [7, 12, 17, 39—41, 84, 91] (rys. 5).

U bawełny, lnu i innych roślin po zapyleniu, ale jeszcze przed wejściem łagiewki do woreczka zalążkowego, jedna z dwu synergid zaczyna się degenerować [8, 40, 41, 91]. Degenerację synergidy opisywano przedtem także w mikroskopie świetlnym [79]. Do tej właśnie synergidy skierowuje się łagiewka, przebijając się przez aparat włókienny do wnętrza komórki. Tam po wydłużeniu się o kilka mikronów łagiewka przestaje rosnąć, na jej wierzchołku lub powyżej wierzchołka pojawia się otworek, przez który część zawartości wraz z plemnikami wlewa się do synergidy. U storczyka *Epidendrum* koniec łagiewki rozpląszcza się na mikropylarnym wierzchołku woreczka zalążkowego, a przez aparat włókienny wrasta do synergidy niewielka rurkowata wypustka, za jej pośrednictwem odbywa się zapłodnienie [12, 42]. Wewnątrz łagiewki bawełny, powyżej utworzonej pory powstaje zatyczka (korek) odgradzający strefę wierzchołkową łagiewki od reszty [41]. Degeneracja jednej synergidy przed zapłodnieniem nie jest powszechną regułą, u petunii [84] obie synergidy są takie same do momentu wejścia łagiewki.



Rys. 6. Kolejne fazy wejścia plemnika do komórki jajowej bądź centralnej [39].

W tym czasie postępuje dalsza degeneracja protoplastu synergidy, zanika plazmalemma, cytoplazma podstawowa i organoidy zamieniają się w amorfna masę, resztki jądra synergidy (a potem i jądra wegetatywnego łagiewki) są wyróżniane jako gęste chromatyczne ciała zwane ciałami X [23]. Cytoplazma, która wypłynęła z łagiewki także ulega dezorganizacji, ale nie miesza się od razu z cytoplazmą synergidy

i może być odróżniona, ponieważ zawiera mnóstwo drobnych 0,1—1 mikronowych kuleczek polisacharydowych — u bawełny.

Najmniej dokładnie wiadomo co się dzieje od chwili znalezienia się plemników w synergidzie do czasu podwójnego zapłodnienia. Opisy nie są jednakowe, być może z powodu różnych metod badania lub swoistości gatunkowej procesu. Cytoplasma łagiewki nie mieszając się całkowicie z otoczeniem przesuwają się ku chalazalnemu wierzchołkowi synergidy; po krótkim czasie cytoplasma łagiewki wraz z plemnikami dochodzi do membrany komórki jajowej i komórki centralnej. Czasami cytoplasma łagiewki dostaje się pomiędzy membrany odgraniczające te dwie komórki [12]. Wielu autorów opisuje, że cytoplasma z plemnikami zawsze zajmuje obszar pomiędzy komórką jajową a centralną [42, 79], tak, że oba plemniki są na osi pomiędzy jądrami tych komórek. Po czym skutkiem działania hipotetycznych sił przyciągania każdy z plemników kieruje się do jednego z przeciwległych jąder — hipoteza Gerasimowej-Nawaszyn [81].

Jensen [39] sądzi, że ta faza zapłodnienia odbywa się inaczej. Plemniki widziane przy pomocy EM w łagiewce są zawsze komórkami złożonymi z jądra i cytoplazmy otoczonej plazmalemmą. Takimi też prawdopodobnie pozostają po przejściu do synergidy, jak dowodził w 1941 r. Wylie oraz inni [7], natomiast w komórce jajowej i centralnej widać tylko nagie jądro plemnika [41, 86]. Stąd Jensen wnioskuję o sposobie łączenia się plemnika z komórką jajową lub centralną. W pierwszej fazie plazmalemma plemnika styka się z plazmalemmą komórki jajowej — plazmalemma synergidy jest już zdegenerowana, a następnie membrany obu komórek zespala się i tworzy się szersze lub węższe połączenie cytoplazmatyczne. Przez ten mostek cytoplazmatyczny przechodzi samo jądro plemnika, a być może również większa lub mniejsza ilość cytoplazmy (rys. 6). Wielu autorów sądziło, że cytoplasma plemnika w ogóle nie łączy się z cytoplazmą jaja [59], ale występowanie dziedziczenia cytoplazmatycznego w linii męskiej [82] każe zmienić to przekonanie. Przyjęcie plemnika i wbudowanie jego plazmalemmy do plazmalemmy komórki przyjmującej zmienia prawdopodobnie jej właściwości tak, że staje się ona nieprzenikliwą dla następnego plemnika. Toteż podobnie jak u zwierząt wejście do komórki jajowej jednego plemnika zamyka drogę innym. Drugi plemnik znajdujący się w woreczku zalążkowym nie ma w rezultacie możliwości zapłodnienia komórki już zapłodnionej, a musi się połączyć z pozostałą komórką płciową.

Kariogamia w komórkach płciowych odbywa się prawdopodobnie tak samo jak już omawiana kariogamia jąder polarnych. Na ten temat nie ma danych z badań w ME, z wyjątkiem zdjęć dwu jąder leżących blisko siebie w cytoplazmie komórki jajowej i centralnej oraz prawie całkowicie zespolonych jąder komórek płciowych u *Crepis* [24]. U *Crepis* i u słonecznika [81] jądro plemnika jest bardzo wydłużone, chromatyczne i zespiralizowane. Jak wynika z badań w mikroskopie świetlnym [81] ulega ono w czasie zapłodnienia spiralizacji i despiralizacji. Jądro plemnika bawełny jest raczej kuliste i mało chromatyczne.

Po podwójnym zapłodnieniu powstaje zygota [17, 38, 54, 75, 86] przechodząca krótki okres spoczynku przygotowującego ją do podziału. W komórce centralnej podział jądra zachodzi wcześniej, przypuszczalnie dlatego, że komórka ta w momencie zapłodnienia jest bardziej aktywna fizjologicznie niż komórka jajowa.

CYTOPLAZMA PLEMNIKA W ZAPŁODNIENIU

Zarówno dane genetyki jak i budowa komórek płciowych oraz przebieg syngamii zdawały się świadczyć, że dziedziczność powszechnie jest przekazywana prawie wyłącznie przez jądro; ograniczona dziedziczność cytoplazmatyczna istnieje, ale odbywa się tylko przez cytoplazmę jaja; cytoplazma plemnika nie gra roli w przekazywaniu dziedziczności, bo jest jej w plemniku niewspółmiernie mniej niż w jaju, a w dodatku nie wchodzi do komórki jajowej. Zupełnie inny obraz zarysowuje się u roślin nagonasiennych.

Ultrastruktura zapłodnienia jest znana głównie w wyniku prac prowadzonych od 1958 r. przez Cameforta [4, 5] na gatunkach z rodziny *Abietaceae* oraz Chesnoy [9, 10] nad *Cupressaceae*. U roślin tych plemniki są dużymi komórkami o średnicy kilkudziesięciu mikronów, z cytoplazmą bogatą w mitochondria i plastydy. Przy zapłodnieniu cytoplazma z organoidami plemnika wchodzi do komórki jajowej, a później staje się częścią składową cytoplazmy zarodka. Dochodzi do tego nieco inaczej w każdej z wymienionych rodzin.

U sosny po syngamii cytoplazma plemnika bez plazmalemy nie rozprasza się i może być odróżniona od cytoplazmy komórki jajowej. Mitochondria pochodzące z plemnika są bowiem optycznie gęste, o rozbudowanej wewnętrznej strukturze, a plastydy dobrze rozwinięte, często ze skrobią. Tymczasem cytoplazma żeńskiej komórki ma mitochondria optycznie jasne, a plastydy zdegenerowane. Po kariogamii jądro zygoty się dzieli i rozpoczyna się proembriogeneza, podczas której odbywają się mitozy, ale nie ma cytokinez. Jądra komórkowe leżą w obszarze wyodrębniającej się po pierwszej mitozie cytoplazmy nazwanej przez Cameforta neocytoplazmą. Powstaje ona z soku jądrowego jądra zygoty, hyaloplazmy i mitochondriów komórki jajowej otaczających zwartym pierścieniem jądro, a do brzeżnej strefy trafiają plastydy oraz mitochondria plemnika. Reszta cytoplazmy i wszystkie plastydy pochodzące z komórki jajowej ulegają trawieniu, przy czym zjawia się mnóstwo wakuol autofagicznych. Po pewnym czasie neocytoplazmy dzieli się na jednojądrowe komórki zarodka. Jak wynika z opisu plastydy zarodka oraz część jego mitochondriów pochodzi z plemnika.

W zygocie *Chamaecyparis* i *Biota* (*Cupressaceae*) cytoplazma plemnika wraz z plastydami i mitochondriami otacza jądro komórkowe. Z tej cytoplazmy pochodzą wszystkie lub przynajmniej duża część organoidów komórek zarodka.

Niedawno pokazano, że u *Cryptomeria japonica* gatunku należącego do pokrewnej *Cupressaceae* rodziny *Taxodiaceae* mutacje plastydów są przekazywane w linii męskiej. Jeżeli normalną roślinę zapyłano pyłkiem mutantą to 90% potomstwa miało zmutowane plastydy, 5% było chimerami, a reszta miała plastydy normalne. W odwrotnej krzyżówce 99% potomstwa była normalna [56].

Doświadczenia genetyczne i obserwacje cytologiczne zdają się dobrze dokumentować fakt występowania u nagonasiennych cytoplazmatycznego dziedziczenia w linii męskiej. Dziedziczenie cytoplazmatyczne w linii męskiej jest u okrytonasiennych widoczne wyraźnie tylko w doświadczeniach prowadzonych na niektórych gatunkach, a nawet tylko odmianach [82]. Nie ma natomiast jak widzieliśmy wyraźnych danych

o wchodzeniu cytoplazmy plemnika do komórki jajowej, a nawet do- tychczas badane w EM plemniki nie mają plastydów [7].

Obukierunkowe krzyżówki pomiędzy zielonymi i albinotycznymi, periklinalnymi chimerami pelargonii dowodzą, że plastydy w plemniku muszą być i trafiać do zygoty i zarodka. W chimerach komórki rozrod- cze pochodzą z warstwy albinotycznych komórek pędu. W obukie- runkowej krzyżówce:

zielone (♀) x albinotyczne (♂) — 104 zielone + 14 pstre + 73 albinot.

albinotyczne (♀) x zielone (♂) — 115 zielone + 27 pstre + 2 albinot.

Potomstwo o pстрыm zabarwieniu i o zabarwieniu takim jak w roślinie donorze pyłku mogło powstać wskutek przekazywania zmutowanych oraz normalnych plastydów przez plemnik. W zygocie zatem muszą być zawsze plastydy obu typów, ale w potomstwie ujawniają się częściej chloroplasty niż plastydy zmutowane, niezależnie od tego czy zostały przyniesione przez plemnik czy przez komórkę jajową. Należy sądzić, że w zygocie lub w czasie pierwszych podziałów odbywa się swoista segregacja w heterogennej populacji plastydów. Wskutek tego doboru powstają najczęściej homogenne populacje plastydów w zarodkach — najwięcej roślin zielonych oraz albinotycznych, a mniej roślin z miesza- ną populacją plastydów.

LITERATURA

- [1] Batygina T. B. — *Some peculiar features of macrosporogenesis and development of the female gametophyte in wheat*, Ann. Univ. ARERS (Reims), 9, 46, 1971.
- [2] Bednara J., Rodkiewicz B. — *Fine structure of the megasporocyte and megaspores in Epilobium*, Bul. Acad. Pol. (w druku).
- [3] Berger C., Erdelska O. — *Ultrastructural aspects of the embryo sac of Jasione montana L. Cell walls*, Caryologia 25 (supl.) 109, 1973.
- [4] Camefort H. — *L'organisation du protoplasme dans le gamète femelle ou oosphère du Ginkgo biloba L.*, J. Microscop. 4, 531, 1965.
- [5] Camefort H. — *Fecondation et proembryogénèse chez les Abiétacées (notion de néocytoplasme)*, Rev. Cytol. Biol. Vég. 32, 253, 1969.
- [6] Cass D. D. — *Occurrence and development of a filiform apparatus in the egg of Plumbago capensis*, Amer. Jour. Bot. 59, 279, 1972.
- [7] Cass D. D. — *An ultrastructural and Nomarski-interference study of the sperms of barley*, Jour. canad. bot. (Canad. Jour. Bot.) 51, 601, 1973.
- [8] Cass D. D., Jensen W. A. — *Fertilization in barley*, Amer. Jour. Bot. 57, 62, 1970.
- [9] Chesnoy L. — *Sur la participation du gamète mâle à la constitution du cytoplasm de l'embryon chez le Biota orientalis Endl.* Rev. Cytol. Biol. vég. 32, 273, 1969.
- [10] Chesnoy L. — *Sur l'origine paternelle du organites du proembryon du Chamaecyparis lawsoniana A. Murr. (Cupressacées)*, Caryologia 25 (supl.) 223, 1973.
- [11] Cocucci A. E. — *Embriologia de Orquideas, la megaspora de Epidendrum scutella*, Kurtziana 5, 7, 1969.
- [12] Cocucci A. E., Jensen W. A. — *Orchid embryology megagametophyte of Epidendrum scutella following fertilization*, Amer. Jour. Bot. 56, 629, 1969.

- [13] Cocucci A. E., Jensen W. A. — *Orchid embryology: the mature megagametophyte of Epidendrum scutella*, Kurtziana 5, 23, 1969.
- [14] Corti E. F., Cecchi A. F. — *The behaviour of the cytoplasm during the megasporogenesis in Paphiopedilum spicerianum* (Rchb. F.) Pfitzer, Caryologia 23, 715, 1970.
- [15] Corti E. F., Cecchi A. F. — *Comportement d'une formation cytoplasmique du mégasporocyte en Bupleurum*, Caryologia 25 (supl.), 43, 1973.
- [16] De Sloover J. L. — *Etudes sur les Cycadeles I. Méiose et mégasporogénèse chez Encephalartos poggei* Asch. Cellule 62, 103, 1961.
- [17] Dibold A. G. — *Fine structural development of the megagametophyte of Zea mays following fertilization*. Amer. Jour. Bot. 55, 797, 1968.
- [18] Dibold A. G., Larson D. A. — *An electron microscopic study of the mature megagametophyte in Zea mays*, Amer. Jour. Bot. 53, 391, 1966.
- [19] Dumas A. — *Au sujet des caracteres ultrastructuraux de l'archesporie et des très jeunes stades du sac embryonnaire de Conium maculatum*, Ann. Univ. ARERS, 9, 51, 1971.
- [20] Erdelska O. — *Polar nuclei in unfertilized barley embryo sac*, Ann. Bot. 31, 367, 1967.
- [21] Erdelska O. — *Nukleolarvakuolen in den Zellen des Embryosackes von Jasione montana*, Protopl. 76, 123, 1973.
- [22] Eymé J. — *Recherches sur la constitution cytoplasmique de l'archesporie et du sac embryonnaire de Lillium candidum* L. Le Botaniste 48, 99, 1965.
- [23] Fisher D. B., Jensen W. A. — *Cotton embryogenesis: The identification, as nuclei, of the α -bodies in the degenerate synergid*, Planta (Brl) 84, 122, 1969.
- [24] Gerasimova-Navaszina E. N., Guljaev V. A. — *Nekotorye dannye ob ultrastrukture kletok zarodyszhevogo meszka Crepis capillaris* (L) Wallr. posle opylenija, Bjul. Glav. Bot. Sada 89, 14, 1973.
- [25] Gianordoli M. — *Etude ultrastructurale et cytochimique de l'oosphère mûre chez le Sciadopitys verticillata*, Caryologia 25 (supl) 135, 1973.
- [26] Godineau J. C. — *Ultrastructure des différents tissus de l'ovule du Crepis tectorum* L. au moment de la prophase méiotique. Données sur le cytoplasme de la cellule-mère des mégasporocytes, C. R. Acad. Sc. Paris D, 266, 1008, 1968.
- [27] Godineau J. C. — *Ultrastructure des synergides chez quelques Composées*, Rev. Cytol. Biol. vég. 32, 209, 1969.
- [28] Godineau J. C. — *Ultrastructure du sac embryonnaire du Crepis tectorum* L.: état après la cellularisation et la fusion des noyaux polaires, Ann. Univ. ARERS 9, 78, 1971.
- [29] Gori P., Sarfatti G. — *Structures „transfer” du sac embryonnaire chez Euphorbia dulcis* L et *Euphorbia helioscopia* L. VII Congr. Int. Microscop. Elect. Grenoble 447, 1970.
- [30] Graustein J. E. — *Evidence of hybridism in Selaginella*, Bot. Gaz. 90, 46, 1930.
- [31] Horner H. T., Beltz C. K. — *Cellular differentiation of heterospory in Selaginella*, Protopl. 71, 335, 1970.
- [32] Israel H. W., Sagawa Y. — *Post-pollination ovule development in Dendrobium orchis*. III. *Fine structure of meiotic prophase*. Caryologia 18, 15, 1965.
- [33] Jalouzot M. F. — *Aspects ultrastructuraux de la mégasporogénèse d'Oenothera lamarckiana en rapport avec les dépôts callosiques observés*, Ann. Univ. ARERS 9, 36, 1971.
- [34] Jalouzot M. F. — *Quelques aspects ultrastructuraux du noyau du mégasporocyte d'Oenothera lamarckiana en prophase heterotypique*, Caryologia 25 (supl.), 67, 1973.

- [35] Jensen W. A. — Observations on the fusion of nuclei in plants, *Jour. Cell Biol.* 23, 669, 1964.
- [36] Jensen W. A. The ultrastructure and histochemistry of the synergids of cotton, *Jour. Amer. Bot.* 52, 238, 1965.
- [37] Jensen W. A. — The ultrastructure and composition of the egg and central cell of cotton, *Amer. Jour. Bot.* 52, 781, 1965.
- [38] Jensen W. A. — Cotton embryogenesis: the zygote, *Planta (Brl)* 79, 346, 1968.
- [39] Jensen W. A. — The embryo sac and fertilization in Angiosperms, Univ. Hawaii Lyon Arbor. Lecture 3, Honolulu 1972.
- [40] Jensen W. A., Fisher D. B. — Cotton embryogenesis: Double fertilization, *Phytomorph.* 17, 261, 1967.
- [41] Jensen W. A., Fisher D. B. — Cotton embryogenesis: The entrance and discharge of the pollen tube in the embryo sac, *Planta* 78, 158, 1968.
- [42] Johri B. M., Bhatnagar S. P. — Some histochemical and ultrastructural aspects of the female gametophyte and fertilization in Angiosperms, *Caryologia* 25 (supl), 9, 1973.
- [43] Kuran H., Marciniak K. — Badania cytochemiczne woreczka zalążkowego *Lilium regale* w różnych fazach rozwoju, *Acta Soc. Bot. Pol.* 38, 83, 1969.
- [44] Le Coq C. — La mégasporogénèse chez *L'iris pseudoacorus* L. I. Etude cytologie qualitative, *Rev. Cytol. Biol. vég.* 35, 41, 1972.
- [45] Luxova M., Erdelska O. — Plasmatic inclusions in fusing barley polar nuclei. *Biologia (Bratislava)* 20, 890, 1965.
- [46] Marciniak K., Kuran H. — Występowanie enzymów hydrolitycznych oznaczanych cytochemicznie w zalążku i woreczku zalążkowym *Lilium regale*. *Biul. Łódz. Tow. Nauk.* 23, 6, 1963.
- [47] Mikulska E., Rodkiewicz B. — Fine structure of a developing embryo sac of *Lilium candidum*, *Flora* 155, 586, 1965.
- [48] Mikulska E., Rodkiewicz B. — The micropylar and antipodal cells of the *Lilium regale* embryo sac observed with the electron microscope, *Flora Abt. A* 158, 181, 1967.
- [49] Mikulska E., Rodkiewicz B. — Ultrastructure of the maturing embryo sac of *Lilium regale*, *Acta Soc. Bot. Pol.* 36, 555, 1967.
- [50] Mikulska E., Rodkiewicz B. — Fine structure of four-nucleate stages and the central cell of *Lilium regale* embryo sac, *Flora Abt. A* 157, 365, 1967.
- [51] Mogensen H. L. — Fine structure and composition of the egg apparatus before and after fertilization in *Quercus gambelii*: The functional ovule, *Amer. Jour. Bot.* 59, 931, 1972.
- [52] Mogensen H. L. — Some histochemical, ultrastructural and nutritional aspects of the ovule of *Quercus gambelii*, *Amer. Jour. Bot.* 60, 48, 1973.
- [53] Newcomb W. — The development of the embryo sac of sunflower *Helianthus annuus* before fertilization, *Canad. Jour. Bot.* 51, 863, 1973.
- [54] Newcomb W. — The development of the embryo sac of sunflower *Helianthus annuus* after fertilization, *Canad. Jour. Bot.* 51, 879, 1973.
- [55] Newcomb W., Steeves T. A. — *Helianthus annuus* embryogenesis: Embryo sac wall projections before and after fertilization, *Bot. Gaz.* 132, 367, 1971.
- [56] Ohba K., Iwakawa M., Okada Y. — Paternal transmission of a plastid anomaly in some reciprocal crosses of Sugi, *Cryptomeri japonica* D. Don, *Silvae Genet.* 20, 101, 1971.
- [57] Plisko M. A. — Elektronnomikroskopическое исследование особенностей megagametogeneza u *Calendula officinalis* L. *Bot. Żur.* 56, 582, 1971.

- [58] Pluijm J. E. van der — *An electron microscopic investigation of the filiform apparatus in the embryo sac of Torrenia fournieri*, w *Pollen physiology and fertilization* (red. H. F. Linskens) Amsterdam North Holland 1964.
- [59] Poddubnaja-Arnoldi V. A. — *K istorii citoembriologii rastenij*, Iz istorii biologii vyp. 4 Izd. Nauka, Moskva 1973.
- [60] Rifot M. — *L'évolution ultrastructurale des parois en rapport avec les transformations ontogéniques du gamétophyte femelle chez Aquilegia vulgaris L.* Ann. Univ. ARERS 9, 66, 1971.
- [61] Rifot M. — *Evolution structurale du pôle chalazien du sac embryonnaire d'Aquilegia vulgaris en liaison avec son activité trophique*, C. R. Acad. Sc. Paris D 277, 1313, 1973.
- [62] Rodkiewicz B. — *Walls with callose in the megaspores and hypostase of ovules of Antirrhinum majus observed in a fluorescence microscope*, Bull. Acad. Pol. V, 15, 493, 1967.
- [63] Rodkiewicz B. — *Callose in cell walls during megasporogenesis in Angiosperms*, Planta 93, 39, 1970.
- [64] Rodkiewicz B. — *Callose walls in megasporogenesis in Fuchsia and Epilobium*, Caryologia 25 (supl.), 59, 1973.
- [65] Rodkiewicz B., Górską-Brylarska A. — *Occurrence of callose in the walls of meiotically dividing cell in the ovule of Orchis*, Naturwiss. 54, 499, 1967.
- [66] Rodkiewicz B., Kuran H. — *The specificity of callose distribution in cell walls during megasporogenesis in Onagraceae, Caryophyllaceae and Scrophulariaceae*, Ann. Univ. ARERS 9, 31, 1971.
- [67] Rodkiewicz B., Kwiatkowska M. — *Enzymy hydrolityczne w mejocyocie i woreczku zalążkowym lilii*, Acta Soc. Bot. Pol. 34, 242, 1965.
- [68] Rodkiewicz B., Mikulska E. — *Electron microscope observations of cytoplasm changes in developing megasporocyte of Lilium candidum*, Flora 154, 383, 1963.
- [69] Rodkiewicz B., Mikulska E. — *The endoplasmic reticulum of Lilium candidum megasporocyte*, Naturwiss. 51, 517, 1964.
- [70] Rodkiewicz B., Mikulska E. — *Electron microscope observation of endoplasmic reticulum in Lilium megasporocyte*, Flora 155, 341, 1965.
- [71] Rodkiewicz B., Mikulska E. — *The development of cytoplasmic structures in the embryo sac of Lilium candidum as observed with the electron microscope*, Planta 67, 297, 1965.
- [72] Sagawa Y., Israel H. W. — *Post-pollination ovule development in Dendrobium orchids. I. Introduction*, Caryologia 17, 53, 1964.
- [73] Sarfatti G., Gori P. — *Embryo sac of Euphorbia dulcis L., an ultrastructural study*, Giorn. Bot. Ital. 103, 631, 1969.
- [74] Schulz R., Jensen W. A. — *Capsella embryogenesis: The synergids before and after fertilization*, Amer. Jour. Bot. 55, 541, 1968.
- [75] Schulz R., Jensen W. A. — *Capsella embryogenesis: The egg, zygote and young embryo*, Amer. Jour. Bot. 55, 807, 1968.
- [76] Schulz P., Jensen W. A. — *Capsella embryogenesis: The chalazal proliferating tissue*, Jour. Cell Sci. 8, 201, 1971.
- [77] Schulz J., Jensen W. A. — *Capsella embryogenesis: The central cell*, Jour. Cell Sci. 12, 741, 1973.
- [78] Schwab C. A. — *Callose in megasporogenesis of Dirrhena (Gramineae)*, Canad. Jour. Bot. 49, 1523, 1971.
- [79] Steffen K. — *Fertilization*, w *Recent Advances in the embryology of Angiosperms*, Delhi 1963.

- [80] Tarchi A. M. F. — *Pareti callosiche nella sporogenesi di Biota orientalis* Endl. *Prime osservazioni*, Gior. Bot. Ital. 103, 515, 1969.
- [81] Teleżyńska J., Teleżyński H. — *Double fertilization in Helianthus*, Acta Soc. Bot. Pol. 42, 321, 1973.
- [82] Tilney-Bassett R. A. E. — *The control of plastid inheritance in Pelargonium*. Genet. Res. 16, 49, 1970.
- [83] Tourte Y. — *Interprétation des structures du sac embryonnaire des Angiospermes à la lumière des études de l'oogénèse chez les Ptéridophytes*, Rev. Cytol. Biol. vég. 32, 241, 1969.
- [84] Van Went J. L. — *The ultrastructure of the synergids of Petunia*, Acta Bot. Neerl. 19, 121, 1970.
- [85] Van Went J. L. — *The ultrastructure of the egg and central cell of Petunia*, Acta Bot. Neerl. 19, 313, 1970.
- [86] Van Went J. L. — *The ultrastructure of the fertilized embryo sac of Petunia*, Acta Bot. Neerl. 19, 468, 1970.
- [87] Van Went J. L., Linskens H. F. — *Die Entwicklung des sogenannten „Fadenapparates“ im Embryosack von Petunia hybrida*. Züchter 37, 51, 1967.
- [88] Vasilev A. E., Plisko M. A. — *Elektronnomikroskopieczskoe issledovanie integumentalnogo tapetuma i smežnych tkanej semjapoczki u Calendula officinalis L.* Bot. Žur. 56, 335, 1971.
- [89] Vazart B., Vazart J. — *Infrastructure du sac embryonnaire du Lin (Linum usitatissimum L.)*. Rev. Cytol. Biol. vég. 29, 251, 1966.
- [90] Vazart J. — *Organisation et ultrastructure du sac embryonnaire du Lin (Linum usitatissimum L.)*. Rev. Cytol. Biol. vég. 32, 227, 1969.
- [91] Vazart J. — *Dégénérescence d'une synergide et penetration du tube pollinique dans le sac embryonnaire du Linum usitatissimum L.* Ann. Univ. ARERS 9, 89, 1971.
- [92] Woodcock C. L. F., Bell P. R. — *Features of the ultrastructure of the female gametophyte of Myosurus minimus*. Jour. Ultrastruct. Res. 22, 546, 1968.

AKLIMACJA I ADAPTACJA DO ZASOLENIA ŚRODOWISKA JAKO ŚWIADECTWO EWOLUCJI OSMOTYCZNEJ NA PRZYKŁADZIE KILKU BEZKRĘGOWCÓW WODNYCH

„Czy aklimatyzować się to znaczy być zdolnym do kompensacji czy do tolerowania ekstremów? Nie wiemy tego dotąd...”

(T. H. Bullock, „Homeostatic mechanisms in marine organisms”)

WSTĘP

Terminy „aklimatyzacja”, „aklimacja” i „adaptacja” używane są przez biologów nieraz zamiennie i oznaczają najogólniej przystosowanie do określonych warunków środowiskowych, chociaż należy tu wprowadzić rozróżnienie bardziej precyzyjne. Aklimatyzacja (ang. acclimatization) jest raczej procesem przystosowywania się, zaś adaptacja skutkiem tego procesu, osiągniętym już przystosowaniem. Aklimatyzacja wynika z nacisku środowiska na organizm, naruszającego jego ustaloną na pewnym poziomie równowagę funkcji, jego homeostazę. Naruszenie to prowadzi do jej nowego ustalenia na nowym poziomie, tj. do adaptacji. Tego rodzaju adaptacja ma charakter fenotypowy, odwracalny, ale musimy sobie zdać sprawę, że odbywa się ona na poziomie molekularnym także jako proces zmian w cząsteczkach informacyjnych (DNA i białka) i jako taki prowadzić musi do mutacji. Zdarzające się w sposób losowy mutacje selekcjonowane są następnie przez dobór naturalny, stąd adaptacje fenotypowe doprowadzają do adaptacji genotypowych jako najdalszych skutków [9]. Stąd znaczenie aklimatyzacji i fizjologicznej adaptacji dla ewolucji organizmów.

Aklimatyzacja może być naturalna, tj. dokonująca się w przyrodzie w postaci spontanicznej reakcji organizmów żywych na zmiany w środowisku, które najogólniej nazywamy stresem środowiska, lub też sztuczna, sprowokowana w laboratorium, jeżeli chcemy się dowiedzieć czegoś o prawach rządzących samym procesem aklimatyzacji i dlatego przeprowadzamy go w warunkach kontrolowanych.

Aklimatyzować można organizm w stosunku do całego kompleksu czynników i badać reakcję kilku funkcji jednocześnie, lub tylko w stosunku do jednego, wybranego czynnika lub w odniesieniu do jednej, wybranej funkcji fizjologicznej. Ten ostatni rodzaj aklimatyzacji nazywamy aklimacją (ang. acclimation).

Wiemy, że zakres plastyczności poszczególnych funkcji u tego samego zwierzęcia może być różny [5]. Zasadniczo wyróżnia się organizmy stenotopowe i eurytopowe, przy czym eurytopowe mają większą zdol-

ność do aklimatyzacji większej liczby funkcji. Jednak badacze zajmujący się problemami adaptacji wyróżniają zwykle większą liczbę typów adaptacyjnych. I tak Precht [29] dzieli organizmy na 5 typów zależnie od ich zdolności adaptacji metabolizmu do temperatury. Jeśli chodzi o funkcje osmoregulacyjne, tj. zdolność do regulacji wewnętrznej koncentracji osmotycznej organizmu zależnie od wielkości zasolenia środowiska zewnętrznego Prosser [52] proponuje wyróżnienie tylko 2 typów adaptacyjnych: „osmokonformistów” (osmoconformers) i „osmoregulujących” (osmoregulators). Organizmy euryhalinowe, tj. zdolne do adaptacji w szerokim zakresie zmian zasolenia, będą się wywodziły z obu tych grup, chociaż ich euryhalinowość będzie się opierała na zasadniczo różnych przystosowaniach mechanizmów osmoregulacyjnych. Natomiast Karandeeva [15] dzieli bezkręgowce na cztery grupy, zależnie od charakteru przejawianej osmoregulacji. Do grupy pierwszej należą organizmy w ogóle nie regulujące, będące w stanie izoosmozy ze środowiskiem, typowi osmokonformiści. Grupę drugą stanowią organizmy euryhalinowe, które w niższych stężeniach soli w środowisku tolerowanym wykazują regulację hyperosmotyczną, a w wyższych są izoosmotyczne ze środowiskiem. Trzecia grupa obejmuje organizmy o wybitnych zdolnościach osmoregulacyjnych w szerokim zakresie zasolenia. Oprócz tych trzech grup, wyróżnionych już przez Lockwooda [25] Karandeeva dorzuca czwartą, organizmów stenohalinowych słodkowodnych, nie znoszących wyższego zasolenia i zdolnych tylko do regulacji hyperosmotycznej.

Różnorodne badania nad aklimacją do środowiska zasolonego, będące podstawą do napisania tego artykułu, autorka przeprowadziła na gatunkach należących do wszystkich grup wyróżnionych przez Karandeevą z wyjątkiem grupy trzeciej.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie na bazie własnych badań autorki, bądź już opublikowanych [39—45], bądź przygotowanych do druku, pewnych wniosków ogólnych, dotyczących ewolucji organizmów i ich przejścia z mórz do wód słodkich.

Wybór gatunków bezkręgowców, służących jako materiał do badań, podyktowany był dostępnością lub możliwością hodowli w warunkach laboratoryjnych.

Opracowanie niniejsze składa się z dwóch części, zaznaczonych odrębnymi tytułami. W cz. I wykorzystano badania nad wpływem zasolenia na rozwój embrionalny zwierząt, na koncentrację osmotyczną płynów ciała i płynu periwitelarnego w jajach, wreszcie na przeżywalność zwierząt dorosłych (hodowanych w środowiskach o zmienionym zasoleniu) i liczbę składanych jaj.

Badania prowadzone w odniesieniu do 2 gatunków *Platyhelminthes*: *Fasciola hepatica* L. i *Triaenophorus lucii* Müll., 1 gatunku *Annelida* - *Tubifex tubifex* L. i 1 gatunku *Mollusca* - *Physa acuta* Drap., służyły ustaleniu zakresu zasolenia dobrze tolerowanego, tolerowanego w sposób ograniczony i wreszcie zasolenia krytycznego. Koncentrację osmotyczną jaj i zarodków określano metodą plazmolityczną, śledząc zmiany objętościowe w roztworach sacharozy o różnym stężeniu, koncentrację osmotyczną hemolimfy i płynu periwitelarnego mierzono jako obniżenie punktu zamarzania ($\Delta^{\circ}\text{C}$) w mikrokryoskopie. Szczegóły metodyczne podane są w cytowanych wyżej publikacjach.

Wnioski zawarte w części II artykułu dotyczą istoty procesu aklimacji do zmienionego zasolenia środowiska oraz znaczenia tzw. „zasolenia wewnętrznego”, tj. koncentracji osmotycznej i zawartości elektrolitów w płynach ciała dla przebiegu procesów metabolicznych i ewolucji organizmów.

W badaniach stanowiących podstawę dla wyciągnięcia tych wniosków posługiwano się zwierzętami należącymi do siedmiu gatunków wodnych bezkręgowców, słodkowodnych, słonawowodnych i morskich, z czterech typów taksonomicznych. Z *Coelenterata* badano 1 gatunek — *Metridium semile* L., z *Annelida* — *Limnodrilus udekamianus* Clap., z *Mollusca* — *Unio pictorum* Pall., *Dreissena polymorpha* Pall., *Mytilus edulis* L., *Physa acuta* Drap. i z *Arthropoda* — *Gammarus zaddachi* Sexton.

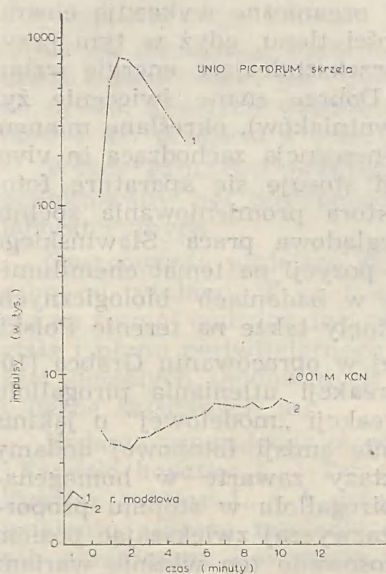
Posługiwano się w tych badaniach metodą „wymuszonej” chemiluminescencji homogenatów sporządzonych z całych zwierząt lub z wybranych tkanek. Ponieważ zastosowanie tej metody jest nadal pewnym novum w badaniach biologicznych, podaję jej opis na tyle dokładny, aby czytelnik mógł ocenić jej poprawność i przydatność w pewnych badaniach fizjologicznych.

Chemiluminescencja jako zjawisko fizyczne jest promieniowaniem elektromagnetycznym towarzyszącym reakcjom chemicznym, powstającym kosztem energii egzoergicznych procesów elementarnych [37]. Proces chemiluminescencji dzieli się na dwa stadia: stadium wzbudzenia — tworzenia kosztem energii reakcji bogatych w energię cząsteczek produktu P w stanie wzbudzonym P^x i stadium luminescencji — przejście wzbudzonej cząsteczki P^x w podstawowy stan P z emisją fotonu. Promieniowanie to może być zawarte w nadfioletowym, widzialnym i podczerwonym zakresie widma. Związki organiczne wykazują chemiluminescencję prawie wyłącznie w obecności tlenu, gdyż w tym przypadku tworzą się związki karbonylowe, przekształcające energię wzbudzenia chemicznego w promieniowanie. Dobrze znane świecenie żywych organizmów (bakterii, grzybów i pierwotniaków), określane mianem bioluminescencji, jest w istocie chemiluminescencją zachodzącą in vivo. Do pomiaru natężenia chemiluminescencji stosuje się aparaturę fotoelektryczną, w której rolę czułego detektora promieniowania spełnia fotopowielacz elektroniczny (tamże). Przeglądowa praca Sławińskiego podaje bibliografię zawierającą ponad 120 pozycji na temat chemiluminescencji i wykorzystania tego zjawiska w badaniach biologicznych, które od tamtego czasu znacznie się rozwinęły także na terenie Polski.

Wariant metody chemiluminescencyjnej w opracowaniu Grabca [10] wykorzystuje słabą chemiluminescencję reakcji utleniania pirogallolu przez wodę utlenioną. Jeżeli do takiej reakcji „modelowej” o jakimś zmierzonym i zwykle dość niskim poziomie emisji fotonowej dodamy homogenat żywych tkanek, oksydoreduktazy zawarte w homogenacie będą katalizować reakcję utleniania pirogallolu w stopniu proporcjonalnym do swej aktywności, znacznie zazwyczaj zwiększając poziom emisji fotonowej. W badaniach autorki stosowano ten właśnie wariant metody, którego szczegółowy opis podany jest w pracy opublikowanej [45]. Zaznaczyć należy, że pracując na homogenatach określamy tylko jakąś aktywność wypadkową, gdyż mamy wówczas do czynienia z mieszaniną różnych enzymów, z których różne są w różnym stopniu zaangażowane w katalizę modelowego procesu oksydoredukcyjnego, jed-

nak, jak się przekonamy, metoda ta dobrze oddaje stan metabolizmu oddechowego w badanych tkankach i daje dobrą powtarzalność wyników pod warunkiem przestrzegania pewnych warunków. Należą do nich w pierwszym rzędzie: jednakowy czas homogenizacji tych samych tkanek, odpowiednie przygotowanie zwierząt badanych, aby wyeliminować wszelkie czynniki uboczne, mogące wpłynąć na ich metabolizm tuż przed homogenizacją, możliwie szybkie i w podobnym rytmie wykonanie pozostałych manipulacji na homogenacie. Manipulacje te są proste i razem z pomiarem zajmują razem przeciętnie 15–20 min. W badaniach kontrolnych autorki przeprowadzonych w odniesieniu do homogenatów z sześciu grup wziętych z tej samej populacji *Limnodrilus* w tym samym dniu, uzyskane wyniki wykazały rozrzut 23% i współczynnik zmienności 8,8%, a badanych w różnych dniach odpowiednio 18% i współczynnik zmienności 7%. Uwagi te dotyczą dokładności metody w sensie wyniku wszystkich manipulacji, a nie dokładności pomiaru, który ze względu na wysoką czułość detektora, jakim jest fotopowielacz, daje wyniki bardzo precyzyjne. Należy czuwać także nad stabilnością napięcia elektrycznego w zasilaczu i badania porównawcze przeprowadzać zawsze przy tym samym napięciu.

Dla wykazania, że mierzony efekt chemiluminescencji wynika głównie z aktywności mitochondriów obecnych w homogenacie i zawartych w nich enzymów łańcucha oddechowego uczestniczących w transporcie elektronów, zastosowano tłumienie chemiluminescencji przy pomocy popularnego inhibitora metabolizmu oddechowego, jakim jest cyjanek potasu.



Rys. 1 Wpływ cyjanku potasu o koncentracji 0,01 M na poziom wymuszonej chemiluminescencji homogenatu ze skrzeli *Unio pictorum* Pall.

1 — normalny homogenat, 2 — ten sam homogenat po dodaniu kropli KCN

Kropla (0,05 ml) KCN o stężeniu 10^{-4} M obniża chemiluminescencję homogenatu totalnego *Limnodrilus hoffmeisteri* z poziomu 1 318 tys. impulsów do 558 tys., a przy stężeniu 10^{-2} M do 69 tys. impulsów.

Homogenat ze skrzeli małża *Unio pictorum* charakteryzowała jeszcze wyraźniejsza wrażliwość na działanie inhibitora, gdyż kropla KCN o stężeniu 10^{-2} M obniżyła chemiluminescencję z poziomu 761 tys. impulsów do kilku zaledwie tysięcy (rys. 1).

I. TOLERANCJA W STOSUNKU DO ZASOLENIA

A „SYSTEM WENECKI”

„Białoryba do ślimaka:

Nie ocenisz tego szczęścia, jakim serca nam
rozblyszną,

Gdy nas razem z homarami wprost na pełne
morze cisną...”

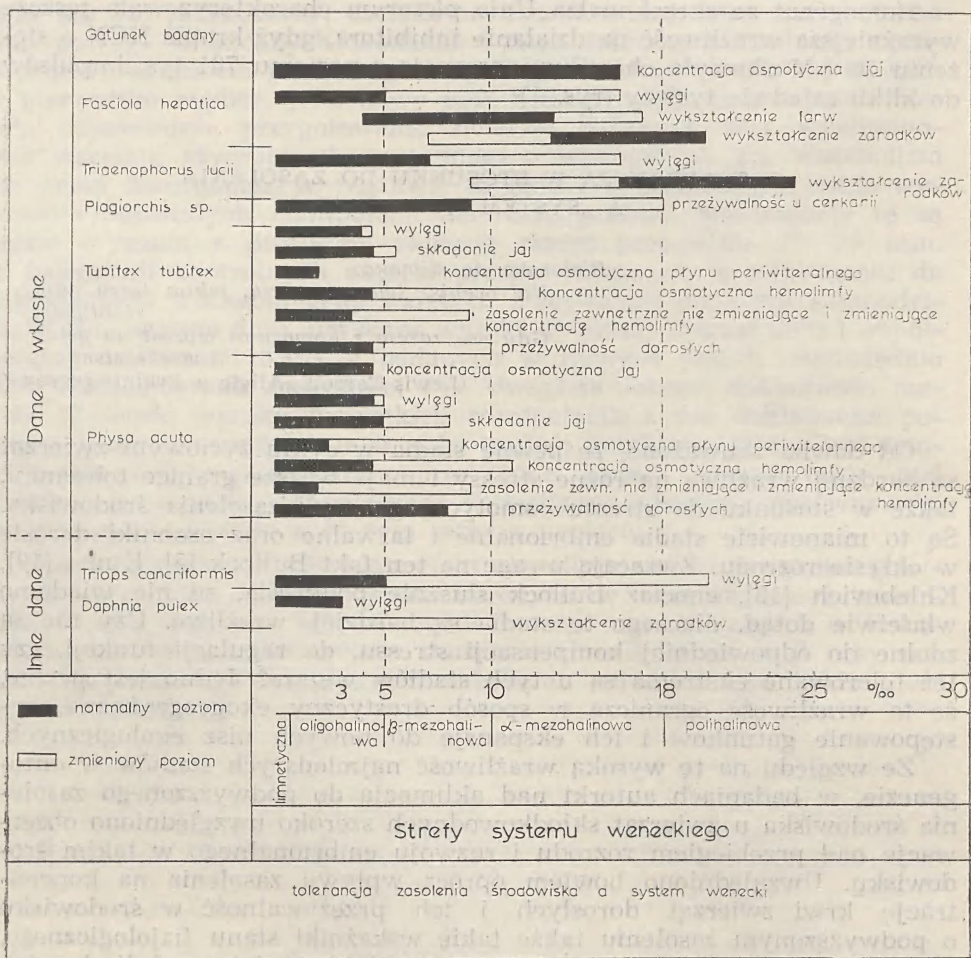
(Lewis Carroll „Alicja w krainie czarów”)

Od dawna zauważono, że pewne stadia w cyklu życiowym zwierząt są bardziej wrażliwe na różne stressy i mają węższe granice tolerancji, także w stosunku do stresu osmotycznego czyli zasolenia środowiska. Są to mianowicie stadia embrionalne i larwalne oraz osobniki dorosłe w okresie rozrodu. Zwracają uwagę na ten fakt Bullock [5], Kinke [19], Khlebovich [18], chociaż Bullock słusznie podkreśla, że nie wiadomo właściwie dotąd, dlaczego te stadia są bardziej wrażliwe. Czy nie są zdolne do odpowiedniej kompensacji stresu, do regulacji funkcji, czy też tolerowane ekstrema są u tych stadiów węższe? Jedno jest pewne, że ta wrażliwość ogranicza w sposób drastyczny ekogeograficzne występowanie gatunków i ich ekspansję do nowych nisz ekologicznych.

Ze względu na tę wysoką wrażliwość najmłodszych stadiów w ontogenezie, w badaniach autorki nad aklimacją do podwyższonego zasolenia środowiska u zwierząt słodkowodnych szeroko uwzględniono obserwacje nad przebiegiem rozrodu i rozwoju embrionalnego w takim środowisku. Uwzględniono bowiem oprócz wpływu zasolenia na koncentrację krwi zwierząt dorosłych i ich przeżywalność w środowisku o podwyższonym zasoleniu także takie wskaźniki stanu fizjologicznego, jak ich zdolność do składania normalnej lub zmniejszonej liczby jaj, zdolności jaj do wylęgu lub tylko do wytworzenia nie wykluwających się larw lub zarodków zatrzymanych na niższych stadiach rozwoju, koncentrację osmotyczną płynu periwitelarnego, jaj i larw. Koncentrację osmotyczną mierzoną kryoskopowo lub metodą plazmolityczną wyrażano dla celów porównawczych w jednostkach równoważnego zasolenia wody morskiej (promille). Wyniki tych badań pokazano na rys. 2 w formie diagramu. Dane własne uzupełniono podobnymi wynikami z prac Ramułta [30, 31] nad *Daphnia pulex* i Hempel-Zawitkowskiej [11] nad *Triops cancriformis*.

Diagram pokazuje zakresy zasolenia dobrze tolerowanego przez badane zwierzęta, w którym dany wskaźnik zachowuje normalny poziom, tj. charakterystyczny dla środowiska słodkowodnego (pole ciemne) i zakres słabej tolerancji (pole jasne), w którym ten poziom ulega zmianie.

Linie prostopadłe do skali zasolenia wyrażonego w ‰ oznaczają granice stref zasolenia wyróżnionych i odtąd powszechnie przyjętych w świecie przez tzw. „System Wenecki” klasyfikacji wód według ich zasolenia. System ten przyjęty na międzynarodowym sympozjum w Wenecji [46] wyróżnia w wodach naturalnych określone



Rys. 2. Wrażliwość różnych wskaźników fizjologicznych u zwierząt słodkowodnych i pasożytniczych na zasolenie środowiska w odniesieniu do Systemu Wenneckiego klasyfikacji wód wg ich zasolenia

granice różnych stref zasolenia, ustalone na podstawie biologicznych i ekologicznych różnic między zasiedlającą je florą i fauną, w oparciu o naturalne kryteria zoogeograficzne.

Zauważmy, jakie jest położenie tych wielkości zasolenia środowiska, które okazały się krytyczne dla tych czy innych stadiów w ontogenezie badanych zwierząt, w tym właśnie systemie klasyfikacji wód zasolonych. Łatwo spostrzec, że owe punkty krytycznej wrażliwości leżą dokładnie na lub w pobliżu granic stref wyróżnionych przez System Wennecki. Dane te potwierdzają naturalność systemu i jego uniwersalny charakter, jak również, co postaram się wykazać, przydatność do rozważań ewolucyjnych.

Zwróćmy najpierw uwagę na obszar wód słodkich (o zasoleniu poniżej 0,5‰) i oligohalinowych (0,5 do 5‰). Jest to obszar fauny słodko-

wodnej, tolerowany dobrze również przez badane w tej pracy gatunki słodkowodne. Zauważyć jednak trzeba, że punkt wrażliwości krytycznej jaj przesunięty jest bardziej w stronę wód słodkich, natomiast osobniki dojrzałe i larwy wyposażone w narządy osmoregulacji tolerują nieco wyższe zasolenie, wkraczając (w warunkach laboratoryjnych) także w obszar mezohalinowy. Jednak normalny poziom ich funkcji fizjologicznych zachowany jest jedynie w obszarze oligohalinowym. Przekroczenie granicy tego obszaru upośledza w pierwszym rzędzie funkcje rozrodcze, podnosi koncentrację osmotyczną hemolimfy i zwiększa śmiertelność.

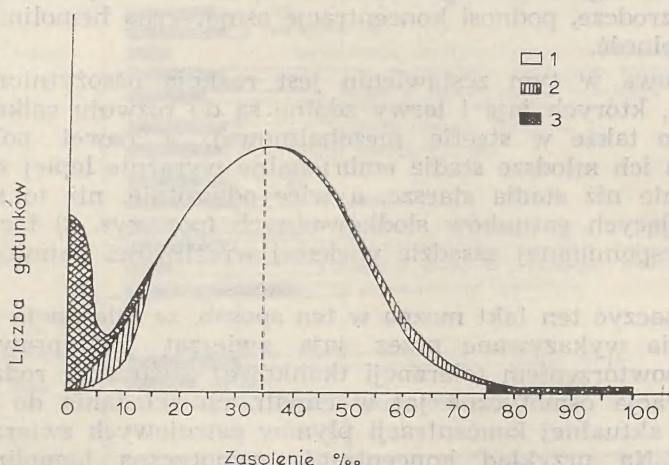
Wyjątkowa w tym zestawieniu jest reakcja pasożytniczych *Platyhelminthes*, których jaja i larwy zdolne są do rozwoju całkowitego lub częściowego także w strefie mezohalinowej, a nawet polihalinowej. W dodatku ich młodsze stadia embrionalne wyraźnie lepiej znoszą wyższe zasolenie niż stadia starsze, a więc odwrotnie, niż to stwierdzono u wolnożyjących gatunków słodkowodnych (por. rys. 2) i co zdaje się przeczyć wspomnianej zasadzie większej wrażliwości najmłodszych stadiów.

Wy tłumaczyć ten fakt można w ten sposób, że tolerancja w stosunku do zasolenia wykazywana przez jaja zwierząt jest prawdopodobnie wiernym powtórzeniem tolerancji tkankowej organizmu rodzicielskiego, a koncentracja osmotyczna jaj w chwili ich składania do środowiska odpowiada aktualnej koncentracji płynów ustrojowych zwierzęcia rodzicielskiego. Na przykład koncentracja osmotyczna hemolimfy *Physa acuta* zmierzona kryoskopowo wynosiła w badaniach autorki 128 miliosmoli, a koncentracja osmotyczna jaj ustalona metodą plazmolityczną 140 miliosmoli, a więc prawie dokładnie tyle samo.

W przypadku *Fasciola hepatica* i *Triclenophorus lucii*, które są pasożytami wewnętrznymi kręgowców, analogiczne badania nad koncentracją osmotyczną ich jaj sugerują istnienie jaj różniących się bardzo między sobą tą koncentracją (od 150 do 470 miliosmoli, co odpowiada zasoleniu od ok. 5,5‰ do 16‰, dane dla *F. hepatica*). Takie zróżnicowanie odbija, być może, wahania koncentracji osmotycznej płynów tkankowych pasożyta, a może być też preadaptacją do dalszego rozwoju w różnych warunkach środowiskowych.

Robaki płaskie należą do osmokonformistów o w ogóle wyjątkowo dużej tolerancji tkankowej, jak tego dowodzą badania nad larwami *Trematoda* z nadmorskich zbiorników słonych, wykazujące dobrą przeżywalność cercarii niektórych gatunków w bardzo szerokim zakresie zasolenia, bo od 6 do 90‰ [41]. Przypuszczać można, że ten osmokonformizm płazińców leży u podstaw ich dobrego przystosowania do pasożytniczego trybu życia, pozwalając także doskonale znosić lokalne wahania koncentracji osmotycznej w środowisku ich bytowania. To, że część jaj obu badanych gatunków pasożytów dobrze toleruje zasolenie obszaru α -mezo i polihalinowego świadczyć może ponadto o zachowaniu fizjologicznych śladów morskiego pochodzenia pasożytniczych *Platyhelminthes*. Ich postaci produkujące jaja nigdy nie potrzebowały wytworzyć przystosowań osmotycznych potrzebnych do egzystencji w wodach słodkich (potrzebnych za to ich wolno żyjącym larwom), towarzysząc w ewolucji swoim żywicielom, także w ich wyjściu na ląd [13] i przystosowując się jedynie do zmian w środowisku wewnętrznym żywicieli.

Zupełnie inaczej musi wyglądać sytuacja u słodkowodnych *Pulmonata* i *Oligochaeta*, które przystosowały się do życia w wodach słodkich, utrzymując w nich koncentrację wewnętrzną na poziomie oligohalinowym. Stąd wczesne stadia embrionalne *Physa acuta* i *Tubifex tubifex*, nie posiadające jeszcze narządów osmoregulacji, tolerują tylko oligohalinowy obszar zasolenia.



Rys. 3. Zależność liczby gatunków w różnych typach wód od stopnia ich zasolenia (wg Khlebovicha 1969)

1 — gatunki morskie, 2 — gatunki euryhalinowe, 3 — gatunki słodkowodne lub pochodzące od nich

Granica strefy oligohalinowej, a ściślej strefa zasolenia od 5 do 8‰, jest skrajem prawdziwej przepaści oddzielającej świat morski od słodkowodnego, na co zwraca uwagę wielu autorów [2, 16, 18, 32], por. rys. 3. Wydaje się jednak, że takich punktów krytycznych w ekspansji organizmów morskich, z wód o zasoleniu oceanicznym do wód mniej zasolonych, a stąd do wód słodkich i na ląd, było znacznie więcej. Znały one kolejne etapy ewolucji fizjologicznej w odniesieniu do funkcji osmotycznej. Na istnienie takich etapów wskazują różnice w tolerancji osmotycznej między np. stadiami embrionalnymi i postembrionalnymi, a nawet między różnymi stadiami embrionalnymi. Punkty krytyczne w rozwoju ewolucyjnym adaptacji osmotycznej organizmów odpowiadają prawdopodobnie położeniu granic stref zasolenia wyróżnionych przez System Wenecki. I tak ostatnią granicę przed opanowaniem wód słodkich przez organizmy wywodzące się z mórz stanowiła ta właśnie wąska strefa 5–8‰. Nie przekroczyły jej nigdy przyszłe organizmy lądowe, utrzymujące koncentrację swojej krwi na wyższym poziomie niż zwierzęta słodkowodne, bo od około 0,4Δ do 1,1Δ, co odpowiada zasoleniu wody morskiej od 7 do 20‰ [7, 28].

Tak więc start do życia lądowego musiał się odbyć z wód słonawych i estuarie były prawdopodobnie główną platformą dla tego startu.

Tolerancja osmotyczna słodkowodnych *Gastropoda*, *Pulmonata* i *Oligochaeta*, oligohalinowa u jaj (do 5‰ u *Physa acuta* i do 4‰ u *Tubifex*

tubifex), a β -mezohalinowa (do 10‰) u stadiów postembrionalnych, wyposażonych w sprawne narządy osmoregulacji, dowodzi przebycia ostatniego odcinka drogi w ewolucji osmotycznej badanych tu przedstawicieli obu grup taksonomicznych.

Przedostatni punkt krytyczny w tej ewolucji musiał się znajdować w okolicy 10‰, na granicy strefy α -mezohalinowej i β -mezohalinowej, tam gdzie dziś obserwuje się ekologiczną granicę występowania w wodach naturalnych słodkowodnych gatunków *Gastropoda* i *Oligochaeta* [4, 12, 33] oraz załamanie się przeżywalności badanych tu 2 gatunków w warunkach eksperymentalnych (rys. 2).

Z kolei dla gatunków wykazujących nieco wyższą tolerancję w stosunku do wielkości zasolenia środowiska granicą ostateczną wydaje się zasolenie 18–20‰ czyli początek strefy polihalinowej (rys. 2, dane dotyczące *Trienophorus*, *Fasciola*, *Plagiorchis*, *Triops*). Zaznaczyć należy, że także u tych gatunków o wyższej tolerancji osmotycznej, obniżenie (ale nie zahamowanie) wylęgów z jaj obserwuje się również w tych zasoleniach, które pokrywają się z granicami stref Systemu Weneckiego (5‰ dla *Fasciola* i *Triops*, 9‰ dla *Trienophorus*).

Wszystkie te spostrzeżenia potwierdzają jeszcze raz naturalność Systemu Weneckiego i jego przyleganie do fizjologicznych testów kontrolujących tolerancję osmotyczną.

II. WPŁYW ZASOLENIA NA AKTYWNOŚĆ ENZYMÓW i ZNACZENIE TEGO FAKTU DLA EWOLUCJI ORGANIZMÓW

„Staość środowiska wewnętrznego jest warunkiem niezależnego życia”.

(Claude Bernard)

Ponieważ tolerancja tkankowa w stosunku do zasolenia obejmuje zjawiska na poziomie molekularnym, nie posiadamy na razie pełnego zrozumienia mechanizmów biochemicznych, które ją determinują, utrzymując występowanie organizmów w wodach o różnym zasoleniu w szerszych lub węższych granicach stref Systemu Weneckiego. Omówione niżej badania są próbą wglądu w działanie tych mechanizmów podczas aklimacji i adaptacji do nowego zasolenia.

Khlebovich [18] w opracowaniu poświęconym specjalnie zasoleniu krytycznemu, czyli owej strefie 5–8‰, zwraca uwagę na zmiany w funkcji i strukturze czynnych biologicznie białek, które mają miejsce przy tej wielkości zasolenia otaczającego medium. Obserwuje się więc zmiany potencjału membranowego komórek [1], gęstości optycznej białek rozpuszczonych [17], aktywności pewnych enzymów (ATP-azy [6]).

Są dane świadczące o tym, że zasolenie, a ściślej jego zmiana, wpływa na kinetykę enzymów. Krishnamoorthy i Venkatramiah [22, 33] wykazali wpływ zmiany zasolenia środowiska na ATP-azę mięśniową kraba estuariowego *Scylla serrata* i zmianę kinetyki tego enzymu w procesie aklimacji kraba do zmienionego zasolenia. Stwierdzili zmniejszanie się V_{max} i K_m w miarę postępu aklimacji. Przypuszczają oni, że przy zmianie zasolenia, na którą wystawione jest zwierzę, wzrasta energia aktywacji reakcji enzymatycznej.

Jest znanym faktem, że zmiana zasolenia środowiska powoduje gwałtowne zmiany w poziomie metabolizmu oddechowego zwierząt wodnych. Zwierzęta morskie reagują różnie na zmianę zasolenia, może to być zarówno spadek jak i wzrost zużycia tlenu [50], u zwierząt słodkowodnych z reguły wzrost [36]. Liczne dane porównawcze na ten temat znajdzie czytelnik w opracowaniach przeglądowych Schliepera [35], Karandeev [15] i Styczyńskiej-Jurewicz [44].

W badaniach autorki nad aklimacją rurecznika *Limnodrilus udekamianus* Clap. do podwyższonego, ale jeszcze dobrze tolerowanego zasolenia 5‰, przeprowadzonych metodą pomiaru chemiluminescencji homogenatów ze zwierząt doświadczalnych i kontrolnych [45], wykazano, że zmniejszenie zasolenia towarzyszy bardzo znaczny z początku (o kilkadziesiąt procent) wzrost poziomu chemiluminescencji, która jest tu wskaźnikiem wzmożonej aktywności oksydoreduktaz. Aktywność ta w miarę upływu czasu maleje i mierzona po 24 godz. wykazuje powrót do poziomu kontrolnego. Oznacza to zakończenie procesu aklimacji, czyli adaptację do nowych warunków.

Podobnie u ślimaków *Physa acuta* Drap., hodowanych od jaja w tolerowanym środowisku oligohalinowym lub aklimowanych do niego w ciągu 2 tygodni, następuje wyrównanie poziomu chemiluminescencji do poziomu charakterystycznego dla zwierząt kontrolnych ze środowiska słodkowodnego, świadczące o adaptacji metabolizmu do zasolenia.

W zasoleniu nietolerowanym (10‰) takie wyrównanie metabolizmu nie następuje. U *Limnodrilus udekamianus* podniesiony poziom aktywności oksydoreduktaz w zasoleniu nietolerowanym, w którym zwierzęta giną po kilku lub kilkunastu dniach, utrzymuje się aż do śmierci. Po 24 godz. obserwuje się co prawda znaczne zmniejszenie różnicy między zwierzętami doświadczalnymi a kontrolnymi, będące wyrazem wysiłku kompensacyjnego, jednak ta walka fizjologiczna nie doprowadza do pożądanego rezultatu i zwierzęta giną w warunkach stale podniesionego metabolizmu. Wyniki tych doświadczeń pokazano z pewnym uproszczeniem w tabeli 1.

Podobne utrzymanie się metabolizmu na podwyższonym poziomie w warunkach subletalnych obserwował Klekowski [20] przy działaniu innego typu stresu, mianowicie wysychania, na pijawkę *Hirudo medicinalis* L.

Trudno twierdzić, że ten wzmożony wysiłek kompensacji stresu jest przyczyną śmierci zwierząt, stwierdzamy tylko, że utrzymuje się on aż do śmierci.

W omówionych doświadczeniach mieliśmy do czynienia z reakcją na zasolenie nietkniętych organizmów słodkowodnych. Ten typ reakcji jest zupełnie różny od reakcji enzymów wyjętych spod kontroli czynników integrujących organizm. Taka sytuacja zaistnieje wtedy, gdy będziemy działać wodą morską o różnym zasoleniu na homogenaty zwierząt pochodzących z naturalnych biotopów różniących się stopniem zasolenia. Działając wodą morską o różnej koncentracji soli na homogenaty zwierząt słodkowodnych, słonawowodnych (np. bałtyckich) i morskich obserwujemy z reguły spadek aktywności obecnych w nich enzymów oksydoreduktaz proporcjonalny do stężenia soli. Jednak gradacja tego spadku nie jest taka sama u wszystkich gatunków, ale zależy od ich pochodzenia ze środowisk o danym typie zasolenia. Poziom chemiluminescencji homogenatów robionych w wodzie morskiej o różnej zawartości soli

Tabela 1

Zmiany poziomu chemiluminescencji homogenatów *Limnodrilus udekamianus* w czasie aklimacji do tolerowanego (5‰) i nietolerowanego (10‰) zasolenia środowiska

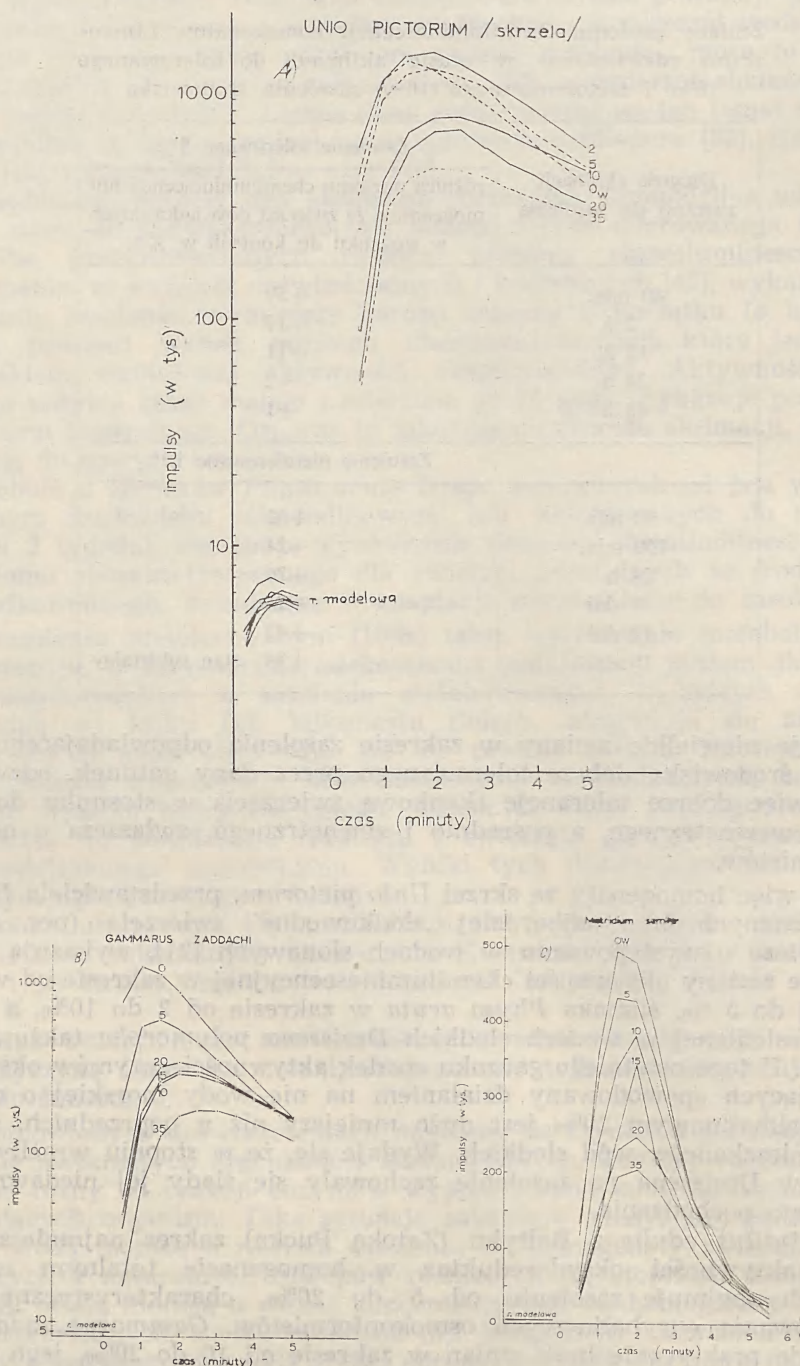
Długość aklimacji zwierząt do zasolenia	Zasolenie tolerowane 5%
	różnica poziomu chemiluminescencji homogenatów ze zwierząt doświadczalnych w stosunku do kontroli w % %
40 min.	+59
2 h	+17
12 h	+11
24 h	-2
48 h	+1
	Zasolenie nietolerowane 10%
90 min.	+62
150 min.	+24
24 h	+26
7 dni	+26
12 dni	+43
19 dni	+84 stan subletalny

wykazuje niewielkie zmiany w zakresie zasolenia odpowiadającego zasoleniu środowiska dobrze tolerowanego przez dany gatunek, odzwierciedla więc dobrze tolerancję tkankową zwierzęcia w stosunku do zasolenia wewnętrznego, a pośrednio i zewnętrznego, zwłaszcza u osmo-konformistów.

Tak więc homogenaty ze skrzeli *Unio pictorum*, przedstawiciela *Unionidae*, znanych jako najbardziej „słodkowodne” zwierzęta (por. dane Klimowicza o występowaniu w wodach słonawych [21], wykazują najmniejsze zmiany aktywności chemiluminescencyjnej w zakresie od wody słodkiej do 5 ‰, ślimaka *Physa acuta* w zakresie od 2 do 10‰, a niedawno osiedlonej w wodach słodkich *Dreissena polymorpha* także od 2 do 10‰. U tego ostatniego gatunku spadek aktywności enzymów oksydoredukujących spowodowany działaniem na nie wody morskiej o zasoleniu polihalinowym 20‰ jest dużo mniejszy niż u poprzednich, starszych mieszkańców wód słodkich. Wydaje się, że w stopniu wrażliwości enzymów *Dreissena* na zasolenie zachowały się ślady jej niedawnego, morskiego pochodzenia.

U *Mytilus edulis* z Bałtyku (Zatoka Pucka) zakres najmniejszych zmian aktywności oksydoreduktaz w homogenacie totalnym części miękkich obejmuje zasolenie od 5 do 20‰, charakterystyczne dla występowania euryhalinowych osmokonformistów. *Gammarus zaddachi* wykazuje praktycznie brak zmian w zakresie od 10 do 20‰, jego normalne zasolenie wewnętrzne odpowiada 16‰, a jest typowym przedstawicielem euryhalinowych, słonawowodnych regulatorów.

Jedyny zbadany w tej pracy gatunek pochodzący z morza o pełnym zasoleniu, ukwiał *Metridium semile*, wykazuje największą stabilizację



Rys. 4. Wpływ wody morskiej o różnym zasoleniu na poziom wymuszonej chemiluminescencji homogenatów z: *Unio pictorum* (gatunek słodkowodny a), *Gammarus zaddachi* (gatunek z wód słonawych, b) i *Metridium semile* (gatunek morski, c)

aktywności swoich enzymów oddechowych w zakresie polihalinowym, od 35 do 20‰, charakterystycznym dla tolerancji typowo morskich osmokształnych [35]. Już środowisko o nieco niższej zawartości soli, 15‰, powoduje nieproporcjonalnie duży wzrost aktywności enzymatycznej i zmianę charakteru krzywej, która staje się bardziej stroma (rys. 4), wskazując być może na zachodzące w tych warunkach zbytniego uwodnienia pewne uszkodzenie układów enzymatycznych. Najbardziej stopniowy i regularny spadek aktywności enzymatycznej homogenatów w miarę wzrostu działającego zasolenia wody morskiej stwierdzono u *Limnodrilus udekamianus*, u pozostałych gatunków obserwuje się dość wyraźne plateau w tolerowanym zakresie zasolenia.

Na rys. 4 przedstawiono przykładowo wpływ wody morskiej o różnym zasoleniu na poziom wymuszonej chemiluminescencji homogenatów z 3 gatunków, będących przedstawicielami trzech różnych biotopów: słodkowodnego (*Unio pictorum*), słonawego (*Gammarus zaddachi*) i morskiego (*Metridium semile*).

Obraz, jaki przedstawiają opisane badania przeprowadzone metodą chemiluminescencji, sugeruje, że w zmianie poziomu aktywności enzymów oksydoredukujących, a być może i innych, leży klucz do zrozumienia tolerancji tkankowej zwierząt w stosunku do zawartości soli (kationów? chlorków?) w środowisku wewnętrznym i zewnętrznym. Jasna się też staje rola „zasolenia wewnętrznego” i jego stabilizacji w utrzymaniu homeostazy fizjologicznej komórek.

Wysiłek osmoregulacyjny byłby w tym oświetleniu zabiegiem zmierzającym do utrzymania stałego poziomu soli w organizmie, jako najprostszego sposobu ustabilizowania aktywności enzymów na pewnym poziomie optymalnym w stosunku do określonych warunków środowiskowych, tworzących jego normalną niszę ekologiczną.

W przypadku prób penetracji zwierząt słodkowodnych do środowisk bardziej zasolonych, niedostateczna wydolność ich narządów osmoregulacji, a zwłaszcza aparatu usuwania soli, musi spowodować nieuchronne wdarcie się nadmiaru soli do wnętrza organizmu i stłumienie procesów oksydacji enzymatycznej. Takiej katastrofie ma zaradzić powstające w tych warunkach wzmoczenie metabolizmu oddechowego.

Odwrotnie, zbytnie uwodnienie tkanek, powstające u zwierzęcia morskiego penetrującego do środowiska wysłodzonego tak wzmacnia aktywność enzymów, że... powoduje ich uszkodzenie. Osmoregulacja, intensywne pobieranie lub usuwanie jonów i wody jest więc skutecznym i niezbędnym przeciwdziałaniem do takich zmian uwodnienia tkanek i zawartości w nich soli, które powodowałyby zbyt silne i gwałtowne zmiany w poziomie aktywności enzymatycznej.

Wieloraki wpływ soli na aktywność enzymów jest dobrze znany w enzymologii. Wiadomo np., że jony Na^+ dominujące w składzie wody morskiej, działają hamująco zarówno na metabolizm tlenowy jak bez-tlenowy [48]. Szczególnie znana jest też wrażliwość ATP-azy na ilość kationów Na^+ i K^+ [3, 8, 14, 51]. Verma [49] dowodzi, że wysoka zawartość jonów sodu i potasu w spermatece królowej jest przyczyną długiego przechowywania się w niej spermy pszczoł, utrzymywanej w tych warunkach w stanie obniżonego metabolizmu.

Wpływ zasolenia na aktywność enzymów jako przyczynę istniejącego przedziału między światem organizmów morskich i słodkowodnych podejrzewał już Schlieper, przywiązując także dużą wagę do stopnia

uwodnienia tkanek [34, 35]. Istotnie, tkanki bezkręgowców morskich izolowane *in vitro* wykazują tym większe zużycie tlenu, im wyższe jest ich uwodnienie [27]. Opaliński (in praep.) znalazł odwrotną korelację między wielkością metabolizmu oddechowego a zawartością popiołu i dodatnią korelację z zawartością wody w tkankach skrzel słodkowodnego małża *Unio pictorum* hodowanych *in vitro*. Munday i Thompson [26] stwierdzili wyższą aktywność oksydazy bursztynianowej w mitochondriach kraba *Carcinus maenas* izolowanych w środowisku rozcieńczonym.

Schoffeniels [47] w badaniach nad aktywnością dehydrogenazy mleczanowej (LDH) pochodzącej z różnych gatunków *Crustacea* stwierdził, że wpływ soli na aktywność enzymu zależy od pH, od koncentracji substratu (pirogronian), a także od tolerancji środowiskowej gatunku, z którego pochodził badany enzym. Wpływ NaCl na aktywność LDH był różny w przypadku enzymu pochodzącego z tkanek gatunku stenohalinowego i enzymów z 2 gatunków euryhalinowych.

Ten sam autor stwierdził także zmianę charakteru izozymowego dehydrogenazy mleczanowej w zależności od zasolenia środowiska, różną u gatunków charakteryzujących się różną tolerancją środowiskową w stosunku do zasolenia. U morskiego stenohalinowego skorupiaka *Maja squinado* adaptowanego do środowiska rozcieńczonego, liczba izozymów LDH wzrasta. U słodkowodnego raka *Astacus fluviatilis* adaptowanego do 50% wody morskiej liczba izozymów spada ze wzrostem zasolenia środowiska. Natomiast w najwyższym stopniu euryhalinowy gatunek, jakim jest *Eriocheir sinensis*, posiada tylko jeden izozym LDH, na którego ruchliwość elektroforetyczną nie wpływa adaptacja do środowiska o różnym zasoleniu. Wiadomo, że aktywność katalityczna różnych izozymów, jest różna, stąd zmiany aktywności LDH w różnych zasoleniach. Ten fakt tłumaczy również plastyczność *Eriocheir sinensis* w przeciwieństwie do dwóch pozostałych gatunków, które przy zmianie zasolenia środowiska muszą zsintetyzować lub skatabolizować nowe izozymy. Także wpływ jonów nieorganicznych na aktywność LDH *Eriocheir sinensis* jest taki sam, niezależnie od tego, czy zwierzę jest adaptowane do wody słodkiej czy morskiej (tamże).

Badania przeprowadzone tak odrębną od klasycznych metod stosowanych w enzymologii metodą pomiaru wymuszonej chemiluminescencji pozostają w harmonii z cytowanymi danymi innych autorów, potwierdzając hipotezę Schliepera o roli enzymów w adaptacji do zasolenia. Już Precht [29] udowadnia, że podstawą adaptacji metabolizmu do temperatury jest przystosowanie aktywności enzymatycznej. Nie ma podstaw *à priori*, do założenia, że zasada adaptacji do zasolenia powinna być inna.

Wydaje się, że koncepcja tak powstającej adaptacji do zmienionego zasolenia została w tym artykule dość dobrze udokumentowana. Pozwala ona także wyjaśnić aspekt ewolucyjny przechodzenia zwierząt morskich do środowisk wysłodzonych. Przechodzeniu temu towarzyszy niemal z reguły obniżenie koncentracji osmotycznej płynów ciała, a przede wszystkim zawartości w nich elektrolitów. Utrwalenie „zasolenia wewnętrznego” na obniżonym poziomie prowadzi do zmiany spektrum wrażliwości enzymów na tę nową wielkość zasolenia wewnętrznego, choćby przez wytworzenie nowych izozymów. Oznacza to przesunięcie optimum aktywności w stosunku do pierwotnie tolerowanego

zasolenia w stronę zasolenia nowego, niższego, a więc początkowo rozszerzenie tolerancji tkankowej, a następnie dalsze jej zawężenie do nowego zakresu. Jest to więc droga poprzez ewolucję biochemiczną do ewolucji fizjologicznej, która może wyprzedzać ewolucję genetyczną, zgodnie z cytowanymi na wstępie poglądami Florkina [9].

U zwierząt lądowych znaczenie stabilizacji zasolenia wewnętrznego jest prawdopodobnie dużo większe niż u wodnych; ten fakt mógł się stać jednym z uzasadnień poglądu Claude Bernarda na homeostazę organizmu, która jest wg niego podstawowym warunkiem życia. Natomiast u zwierząt wodnych przechodzących z morza do wód mniej zasolonych właśnie naruszenie tej stabilizacji zasolenia wewnętrznego przez nacisk rozcieńczonego środowiska mógł stać się jednym z motorów ewolucji, „rozpędzając” reakcje enzymatyczne, przyspieszając metabolizm i zwiększając przez to ilość produkowanej i wykorzystywanej biologicznie energii.

O ewolucyjnym znaczeniu zmniejszenia zawartości soli we krwi i innych płynach ustrojowych świadczyć może skład krwi u współcześnie żyjących przedstawicieli tak starej filogenetycznie grupy kręgowców, jaką stanowią ryby chrzęstnoszkieletowe. W składzie ich krwi sole stanowią mniej niż połowę całej koncentracji osmotycznej, resztę tworzy mocznik i tlenek trójmetylaminy [38]. Widocznie takie obniżenie zawartości soli we krwi pozostającej w równowadze osmotycznej z otaczającym środowiskiem morskim dawało jakieś przewagi w walce o byt i dlatego taki był kierunek selekcji naturalnej. Przeciwnego przykładu dostarczają śluzice, prymitywna grupa w obrębie smoczkoustych, które prowadzą pasożytniczy tryb życia, a ich krew, izoosmotyczna z wodą morską, całe swoje ciśnienie osmotyczne zawdzięcza solom (tamże).

Duży konserwatyzm ewolucyjny charakteryzują też szkarłupnie, których układ ambulakralny, przepompowujący wodę morską przez całe ciało zwierzęcia, mógł stanowić swoisty handicap w rozwoju tej grupy, uniemożliwiając jej przedstawicielom opanowanie nowych, bardziej wysłodzonych środowisk. Jak wiadomo, szkarłupnie stanowią grupę ściśle morską, nie przekraczając nigdy granic strefy polihalinowej (ok. 20‰).

Zastosowana dla wyjaśnienia roli adaptacji enzymatycznej w procesie ewolucyjnego opanowania wód wysłodzonych metoda pomiaru wymuszonej chemiluminescencji okazała się szczególnie wydajnym narzędziem. Okazała się także przydatna do opisu zmian w procesie aklimacji zwierząt do zmienionego zasolenia. Oczekiwać można, że także rola cząsteczek organicznych, zapewniających równowagę Donnana w układach osmotycznych i obniżających na tej zasadzie zawartość soli w komórkach w przypadkach tzw. izoosmotycznej regulacji wewnątrzkomórkowej, obserwowanej u zwierząt euryhalinowych [24], może być wyjaśniona na podobnej drodze. Rozważanie tego tematu wykracza już jednak poza ramy tego opracowania, sygnalizując jedynie dalsze perspektywy badawcze wynikające z posiadanych przesłanek.

LITERATURA

- [1] Batueva I. V., Lev A. A. — *Electrochemical properties of the plasmalemma of Amoeba proteus. I. The dependence of membrane potential on*

- concentration of potassium and sodium in chloride and sulphate solutions. *Citologija* 9, 680—691, 1967.
- [2] Beadle L. C. — Osmotic and ionic regulation to the classification of brackish and inland saline waters. *Archo Oceanogr. Limnol.* 2 (Suppl.), 143—151, 1959.
 - [3] Bontig S. L., Caravaggio L. L. — Studies on sodium — potassium activated adenosine triphosphatase. V. Correlation of enzyme activity with cation flux in six tissues. *Archs. Biochem. Biophys.* 101, 37—46, 1963.
 - [4] Brinkhurst R. O., Kennedy C. R. — Some aquatic Oligochaeta from the Isle of Man with special reference to the Silver Burn Estuary. *Arch. Hydrobiol.* 58, 367—376, 1962.
 - [5] Bullock T. H. — Homeostatic mechanisms in marine organisms. In: „*Perspectives in Marine Biology*”, 1, 199—211, 1960.
 - [6] Charnock J. S., Post R. L. — Studies of the mechanism of cation transport from guinea pig kidney cortex. *Austr. J. exp. Biol. med. Sci.* 41, 547—560, 1963.
 - [7] Dietrich G., Kalle K. — *Allgemeine Meereskunde*, Berlin, 1957.
 - [8] Epstein F. H., Katz A. I., Pickford G. B. — Sodium and potassium activated adenosine triphosphatase of gills: role of adaptation of teleosts to salt water. *Science*, N.Y. 156, 1245—1247, 1967.
 - [9] Florkin M. — Evolution as a biochemical process. In: E. Schoffeniels „*Biochemical Evolution and the Origin of Life*”, pp. 336—380. North Holland Publishing Company, Amsterdam—London, 1971.
 - [10] Grabiec S., Guttowa A., Malzahn E., Michajłow W. — Investigations on the oxidation — reduction activity in embryos and coracidia of *Triaenophorus nodulosus* (Pall.) by the chemiluminescence method. *Bull. Acad. pol. Sci., CL II, Ser. Sci. biol.* 17, 609—618, 1969.
 - [11] Hempel-Zawitkowska J. — Wpływ abiotycznych czynników środowiskowych na rozwój jaj Branchiopoda. The influence of abiotic environmental factors on the development of Branchiopoda eggs. *Zeszyty Naukowe SGGW*, 23 — rozprawy naukowe, Warszawa 1972.
 - [12] Jaeckel S. — Zur Molluskenfauna der Binnensaltzstellen von Bad Oldesloe. *Schr. natur. Ver. Schl.* 30, 39—46, 1960.
 - [13] Jarecka L. Zagadnienia ewolucji i filogenezy Cestoda w świetle ich rozwoju ontogenetycznego. *Kosmos* A, 102, 1970.
 - [14] Kamiya M., Utida S. — Sodium — potassium activated adenosine — triphosphatase activity in gills of fresh—water, marine and euryhaline teleosts. *Comp. Biochem. Physiol.* 31, 671—674, 1969.
 - [15] Karandeeva O. G. — Processy, obezpieczvajuscyje osmoriegulaciju u vodnyh bezpozvonocnyh. In: W. S. Ivlev „*Fizjologija morskich zivotnych*”, Izd. Nauka, Moskwa, pp. 176—232, 1966.
 - [16] Khlebovich V. V. — Ossobiennosti sostava vodnoj fauny v zavisimosti ot solenosti sriedy. *Zh. obshch. Biol.* 23, 90—97, 1962.
 - [17] Khlebovich V. V. — Changes in optical density of tissue protein solutions obtained from some freshwater animals related to the medium salinity. *Citologija* 8, 401—404, 1966.
 - [18] Khlebovich V. V. — Aspects of animal evolution related to critical salinity and internal state. *Marine Biology*, 2, 338—345, 1969.
 - [19] Kinne O. — The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature-salinity combinations. *Oceanogr. and mar. Biol.* 2, 281—339, 1964.

- [20] Klekowski R. Z. — *Die Resistenz gegen Austrocknung bei einigen Wirbellosen aus astatischen Gewässern*. Vehr. Internat. Verein. Limnol. 14, 1023—1028, 1961.
- [21] Klimowicz H. — *Mięczaki Zalewu Wiślanego i zależność ich rozmieszczenia od zasolenia*. Pol. Arch. Hydrobiol. 5, 94—123, 1958.
- [22] Krishnamoorthy R. V., Venkatramiah A. — *Myosin ATP-ase activity in an estuarine decapod crustacean, Scylla serrata, as a function of salinity adaptation*. Mar. Biol. 6, 345—348, 1969.
- [23] Krishnamoorthy R. V., Venkatramiah A. — *Kinetic changes in flexor myosin ATP-ase of Scylla serrata adapted to different salinities*. Mar. Biol. 8, 30—34, 1971.
- [24] Lange R. — *Some recent works on osmoic, ionic and volume regulation in marine animals*. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 10, 97—136, 1972.
- [25] Lockwood A. P. M. — *The osmoregulation of Crustacea*. Biol. Revs. 37, 257—305, 1962.
- [26] Munday K. A., Thompson B. D. — *The effect of osmotic pressure on the activity of Carcinus maenas mitochondria*. Comp. Biochem. Physiol. 6, 277—287, 1962.
- [27] Pieh S. — *Über die Beziehungen zwischen Atmung, Osmoregulation und Hydratation der Gewebe bei euryhalinen Meeresevertabraten*. Zool. Jb., Abt. Allg. Zool. u. Physiol. 56, 130—158, 1936.
- [28] Potts W. T. W., Parry G. — *Osmotic and Ionic Regulation in Animals*. Pergamon Press, N. York — London, 423 pp. 1964.
- [29] Precht H., Christophersen J., Hensel H. — *Temperatur und Leben*. Springer, Göttingen, 514, pp. 1955.
- [30] Ramułt M. — *Untersuchungen über die Entwicklungsbedingungen der Sommereier von Daphnia pulex und anderen Cladoceren*. Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie, 481—514, 1914.
- [31] Ramułt M. — *Development and resisting power of Cladocera embryos in the solutions of certain inorganic salts*. Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie, 135—194, 1925.
- [32] Remane A. — *Die Brackwasserfauna*. Verh. Dt. Zool. Ges. 36, 34—74, 1934.
- [33] Schermer E. — *Süßwassermollusken im Brackwasser der Ostseeküste der Nordmark*. Heimat. Kiel 48, 21—25, 1938.
- [34] Schlieper C. — *Die Abhängigkeit der Atmungsintensität der Organismen vom Wassergehalt und dem Kolloidalen Zustand des Protoplasmas*. Biol. Zbl. 56, 87—94, 1936.
- [35] Schlieper C. — *Physiologie des Brackwassers*. Binnengewässer 22, 217—330, 1958.
- [36] Schwabe E. — *Über die Osmoregulation verschiedener Krebse (Malacostracen)*. Z. vgl. Physiol. 19, 183—236, 1933.
- [37] Sławiński J. — *Chemiluminescencja w biologii*. Postępy Biochemii 13, 191—216, 1967.
- [38] Stroganov H. S. — *Ekologičeskaja Fizjologija Ryb*. Izd. Moskovskogo Universiteta, Moskva, 444, pp. 1962.
- [39] Styczyńska-Jurewicz E. — *The influence of a brackish environment on the development of eggs and viability of miracidia of Fasciola hepatica*. Acta Parasit. Pol. 13, 483—497, 1965.
- [40] Styczyńska-Jurewicz E. — *Bioenergetics of osmoregulation in aquatic animals*. Pol. Arch. Hydrobiol. 17, 259—302, 1970.
- [41] Styczyńska-Jurewicz E. — *Tolerance to salinity in some marine and fresh-water cercariae*. Acta Parasitol. Pol. 19, 257—268, 1971.

- [42] Styczyńska-Jurewicz E. — *Osmotic properties of capsular fluid in eggs of some snails from fresh and brackish waters*. Pol. Arch. Hydrobiol. 19, 53—64, 1972.
- [43] Styczyńska-Jurewicz E. — *Fecundity, survival and haemolymph concentration of Physa acuta* Drap. (Gastropoda, Pulmonata), and *Tubifex tubifex* Müll. (Oligochaeta, Tubificidae) in relation to salinity of external medium. Pol. Arch. Hydrobiol. 19, 223—234, 1972 b.
- [44] Styczyńska-Jurewicz E. — *Z zagadnień fizjologii zwierząt słonawowodnych*. Materiały sympozjum „Bałtyckie wody słonawe”. Studia i Materiały Oceanologiczne, 3, 91—118. (wyd. Komitetu Badań Morza PAN) 1972 c.
- [45] Styczyńska-Jurewicz E. — *Activity of respiratory enzymes of the fresh-water animals in the course of acclimation to salinity, evaluated by chemiluminescence method*. Bull. Acad. pol. Sci. Cl II Ser. Sci. biol. 23, 105—110, 1974.
- [46] *Symposium on the classification of brackish waters* (Venice, 8—14 April 1958). Societas Internationalis Limnologiae 1959.
- [47] Schoffeniels E. — *Adaptation at the molecular scale*. In: „Molecular Evolution”, ed. E. Schoffeniels., 314—335. North Holland Publishing Company, 1971.
- [48] Webb J. L. — *Enzyme and Metabolic Inhibitors*. vol. I. General Principles of Inhibition. Academic Press, N. York—London, 949 pp., 1963.
- [49] Verma L. R. — *An ionic basis for a possible mechanism of sperm survival in the spermatheca of the queen honey bee (Apis mellifera L.)*. Comp. Biochem. Physiol. 44 A, 1325—1331, 1973.
- [50] Vernberg W. B., Vernberg F. J. — *Environmental Physiology of Marine Animals*. Springer Verlag, Berlin—N. York, 346, pp, 1972.
- [51] Zaugg W. S., Mc Lain L. R. — *Gill sampling as a method of following biochemical changes: ATP-ase activities altered by ouabain injection and salt water adaptation*. Comp. Biochem. Physiol. 38 B, 501—506, 1971.

ADAM URBANEK

ATAK JAKO FORMA OBRONY

(Uwagi na marginesie recenzji prof. Władysława J.H. Kunickiego-Goldfingera)

Przed wszystkim pragnę podziękować prof. Kunickiemu-Goldfingelowi za bardzo interesującą recenzję mojej książki „Rewolucja naukowa w biologii” (patrz Kosmos A, nr 2/127/, 1974). Tak się bowiem jakoś składa, że nie ma u nas nadmiaru autentycznych dyskusji i polemik. Z tego względu istnieje duże prawdopodobieństwo, że nawet książki i artykuły dotyczące zagadnień par excellence spornych mogą przejść jeżeli nie zauważone, to w każdym razie bez echa. A recenzja prof. Kunickiego-Goldfingera zawiera interesujące uwagi polemiczne, które właśnie zachęcają do podjęcia dyskusji.

Pierwsza taka uwaga dotyczy znaczenia dla biologii mikroskopii elektronowej. Przyznam, że po raczej trafnym rozpoznaniu mnie jako morfologa, niejako już przez ten fakt skłonnego do przeceniania znaczenia badań struktury, moje pozycje wyjściowe uległy poważnemu osłabieniu. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że w naszych czasach nikt już nie uprawia całej biologii, ale zajmuje się zawsze jakąś (przeważnie skromną) jej dziedziną, zazwyczaj rozpatrywaną od określonej strony i badanej wybranymi metodami, postanowiłem nie przyjąć zarzutu, że sprawę tę oceniam w sposób nieuchronny jednostronnie (czyli po prostu, że ją przeceniam). Po pierwsze, nie tylko nie neguję znaczenia innych technik, ale wręcz podkreślam ich znaczenie (s. 29), one bowiem dopiero w połączeniu z mikroskopią elektronową przyniosły prawdziwy przełom w badaniu budowy i funkcji komórki. Warto tu podkreślić, ich znaczenie dla badania funkcji komórki, bowiem mikroskop elektronowy od dawna przestał już być narzędziem służącym wyłącznie do rozpoznawania struktur i dostarcza ważkich danych o znaczeniu funkcjonalnym. Zapewne dualizm strukturalno-funkcjonalny zjawisk biologicznych nie zanika całkowicie na poziomie ultrastrukturalnym (choć, jak wiadomo, nie brak również takich poglądów), ale zgodzić się wypada, że związek struktury i funkcji staje się szczególnie bliski i jednoznaczny. W pewnym sensie badania te stanowią jedną wielką rehabilitację znaczenia struktury w biologii współczesnej.

Prof. Kunicki-Goldfinger nie bez podstaw domyśla się, że sformułowania dotyczące znaczenia techniki elektronowo-mikroskopowej, zamieszczone w perspektywicznym planie rozwoju badań podstawowych w dziedzinie biologii, w ramach przygotowań do II KNP, zostały zaproponowane nie bez mego udziału. Czy jednak rzeczywiście sądzi, że grozi nam w Polsce przerost rozwoju mikroskopii elektronowej, która może zamienić się w groźny substytut dla całej biologii, co gorsze, łącznie z biologią molekularną? W momencie, gdy mamy przed sobą jeszcze stale zadania zorganizowania w kraju kilku podstawowych pracowni

tego typu, których aparatura i co ważniejsze — aktywność, odpowiadać będzie przeciętnym standardom światowym, obawy prof. Kunickiego-Goldfingera wydają się przedwczesne. Że jednak trudno być prorokiem we własnym kraju, warto może powołać się na raport opracowany przez P. Echlina i J. A. Fendleya dla Komitetu Nauk Biologicznych przy Science Research Council i ogłoszony niedawno w „Nature” 1973 (vol. 244, No 5416, s. 409—414). Otóż autorzy stwierdzają, że „ze wszystkich metod dostępnych obecnie, a polegających na badaniu materii z oddziaływaniem promieniowania, mikroskopia elektronowa jest najbardziej giętka i najmniej swoista. Prawie wszystkie zaawansowane techniki obecnie znane wymagają obecności wielu identycznych jednostek w badanym obiekcie. Techniki te są niezmiernie ważne dla współczesnej chemii i rzeczywiście takie metody, jak krystalografia za pomocą promieni X, odgrywały zawsze kluczową rolę w biologii molekularnej. Jednak ich zastosowanie do wysoce skomplikowanych i nieregularnych struktur stwierdzanych w biologii musi pozostać ograniczone. Technologia strumienia elektronów jest jednakże unikalna w dostarczeniu danych aż do poziomu cząsteczkowego i atomowego w odniesieniu do najbardziej skomplikowanych i nieuporządkowanych struktur. Stąd wynika jej szczególne znaczenie dla biologii”.

To ważne znaczenie mikroskopii elektronowej wzrośnie prawdopodobnie po pojawieniu się nowej generacji tych aparatów, umożliwiających bezpośrednio mikroanalizę, stosujących technikę szczególnie wysokich napięć (głęboka penetracja) i wykazujących niezwykle zdolności rozdzielcze.

Tyle o ocenie znaczenia techniki elektronowo-mikroskopowej, mającej zresztą znaczenie marginalne. O wiele bardziej istotny jest problem praw biologicznych. Czy rzeczywiście jest konsekwentna nasza linia rozumowania, kiedy dowodząc swoistości i odrębności metodologicznej nauk biologicznych, porównujemy je następnie do nauk fizykalnych, przypisując im, często kwestionowaną zdolność tworzenia praw naukowych? Czy nie należy się z tym pogodzić — zapytuje prof. Kunicki-Goldfinger — że w naukach biologicznych możemy tworzyć jedynie operatywne uogólnienia o charakterze prawidłowości... i porzucić na tym.

Przyznam, że rozumowanie przedstawione przez prof. Kunickiego-Goldfingera w tej części recenzji nie jest dla mnie całkiem jasne. Kwestionując celowość doszukiwania się praw ogólnych w zjawiskach cząstkowych, niejako kwestionuje on znaczenie samej metody indukcyjnej w naukach biologicznych. Sprawa jest o tyle jasna, że przeciw takiemu pogładowi przemawia cały rozwój nauk biologicznych (i nie tylko biologicznych). Można by więc mniemać, że Autora recenzji niepokoi szczególnie aspekt tej całej sprawy, a mianowicie to, że jednostkowe wydarzenia biologiczne mieszczą się w ramach praw bardziej ogólnych, ale praw tych nie wyznaczają. W jaki jednak sposób dochodzimy do poznania tych praw bardziej ogólnych, o których prof. Kunicki-Goldfinger mówi z przekonaniem, że choć wywodzą się z badań nad organizmami żywymi i służą ich zrozumieniu, mogą mieć także znaczenie ogólne? Z kontekstu wynika, że chodzi tu o prawa opisujące „powstawanie, funkcjonowanie i rozwój systemów złożonych z samostworzonych układów cybernetycznych”. Wyrażam sceptycyzm co do tego, aby prawa takie mogły zostać sformułowane w oderwaniu od uogólnień cząstkowych, opisujących to, co nazywam oddzielnymi konfigura-

cjami. Powstanie organizmów wielokomórkowych, powstanie ssaków to konkretne i w wysokim stopniu unikalne wydarzenia; bez ich poznania nie byłoby możliwe sformułowanie wielu twierdzeń bardziej ogólnych, dotyczących systemów biologicznych, a tym samym sformułowanie w przyszłości praw ogólnych, charakteryzujących wszelkie systemy biologiczne. Wydaje się że wspomniane przez prof. Kunickiego-Goldfingera prawa systemowe o znaczeniu ogólnym należą do kategorii tych, które nazywam prawami konfiguracyjnymi i że znajomość ich w biologii osiągana jest przede wszystkim dzięki metodzie indukcyjnej, gdyż mają one charakter uogólnień wypływających z przesłanek bardziej szczególnych. Nasze różnice zdań (choćby mogę się mylić w tym względzie) polegają na nieporozumieniu, po części na nieporozumieniu terminologicznym.

W kontekście interesujących nas spornych problemów o możliwości formułowania praw ewolucyjnych ważne znaczenie wydaje się mieć ostatnia próba amerykańskiego paleontologa i genetyka L. Van Valena sformułowania ilościowego prawa wymierania. Została ona ogłoszona w lipcu 1973 r. w pierwszym numerze nowego czasopisma „*Evolutionary Theory*”. Nas w tym momencie interesuje nie tyle treść tego prawa (które może być prawdziwe lub nie), ile poglądy Van Valena na sens i znaczenie praw biologicznych. Stwierdzając, że mówienie o prawach w biologii ewolucyjnej w odniesieniu do procesów historycznych nie jest „szczególnie modne”, Van Valen uważa jednak, że stanowią one kategorię całkowicie uprawnioną. Negatywny stosunek do posługiwania się pojęciem prawa w biologii ewolucyjnej wynika w dużym stopniu z nadmiernej reakcji na niewłaściwe posługiwanie się tym pojęciem przez wcześniejszych badaczy. Pewne prawa są bardziej ogólne niż inne i na tym samym stopniu uogólnienia będą bardziej ściśle niż inne. Istnieje kontinuum ogólności praw i na tej jedynie podstawie trudno przeciwstawiać jedno drugiemu i wyróżniać osobną kategorię praw sensu stricto. Van Valen słusznie zwraca uwagę na fakt, że w świetle takich poglądów także prawa Mendla nie są prawami, bo chociaż stosują się do większości organizmów znanych obecnie, nie opisują wszystkich znanych mechanizmów dziedziczności. W rezultacie dochodzi do wniosku, że każde ogólne stwierdzenie o naturze procesów przyczynowych można uważać za sformułowanie prawa, ewentualne zaś ograniczenie uniwersalności prawa wynikać powinno ze zrozumienia przyczynowej jego podstawy.

Zapewne, należy się zgodzić z prof. Kunickim-Goldfingerem, że pewna część wydarzeń mutacyjnych i mutacyjno-podobnych może polegać na procesach o charakterze indeterminizmu kwantowego, wnoszącego element pewnej nieoznaczoności. W dążności do wyjaśnienia nieporozumień związanych z przypadkowością mutacji rzeczywiście chyba zbyt mocno podkreśliłem deterministyczny charakter procesu mutagenezy, odrzucając w zasadzie całkowicie możliwość pewnego udziału w nim indeterminizmu mikrofizycznego.

Nasze rozbieżności na sprawę treści i pochodzenia informacji genetycznej polegają chyba na zwykłym nieporozumieniu: albo moje rozważania (przedstawione na str. 214—215 mojej książki) nie są dostatecznie jasne, albo też zostały niewłaściwie odczytane przez Recenzenta. Nie zwrócił On dostatecznej uwagi na to, że rozważam nie samą informację genetyczną (tzn. nie zajmuję się tym, gdzie jest ona zawarta i jak jest

zapisana), ale zastanawiam się nad treścią i wartością zawartego w niej przekazu, tj. rozważam jej sens przystosowawczy. Oczywiście informacja genetyczna zawarta jest w sekwencji nukleotydów, ale wyjaśnienie to jest niewystarczające z punktu widzenia jej sensu biologicznego (przystosowawczego). Ściślej biorąc, takie ujęcie sprawy niczego właściwie nie wyjaśnia, albowiem sekwencja nukleotydów w równym stopniu koduje nonsensy i błędy biologiczne, jak i informację sensowną przystosowawczo, tj. umożliwiającą przetrwanie danych systemów biologicznych.

Wobec braku sprzężenia zwrotnego między fenotypem i genotypem na poziomie indywidualnego organizmu informacja genetyczna zawierająca treść przystosowawczą mogła powstać tylko, tak jak to pisze prof. Kunicki-Goldfinger, dzięki eliminacji układów niesprawnych, a selekcji najsprawniejszych, a więc rzeczywiście przez dobór naturalny. Ponieważ ten ostatni, jak wiadomo, nie oddziałuje bezpośrednio na DNA, ale dyskryminuje fenotypy, treść przystosowawcza informacji genetycznej powstaje na poziomie populacyjno-gatunkowym i zapisana jest początkowo w zupełnie innym systemie sygnałów niż kodowy DNA. Oczywiście treść tej informacji jest adekwatna do później ustalonej treści informacji genetycznej, ale musi być w nią przekształcona na skutek interakcji organizmu i środowiska oraz dzięki mechanizmowi rozmnażania. Ale biada! W ten sposób zdradziłem swą tajemnicę, jaki system sygnałów, poza DNA, koduje przystosowawczą treść informacji genetycznej. Ten „przeciek informacji” jest o tyle jednak niegroźny, że całą sprawę już wiele lat temu rozwiązał w swych pracach I. I. Schmalhausen.

Pisząc moją książkę nie znałem, niestety, ważnej i trudnej pracy M. Eigena (1971) na temat biogenezy (samoorganizacji materii) i powstawania informacji genetycznej. Stwierdzenie prof. Kunickiego-Goldfingera, że badania te świadczą o tym, iż przy powstawaniu informacji genetycznej nie było jeszcze ani „fenotypów”, ani „genotypów” żywych organizmów (trudno zresztą byłoby mówić o tych komponentach u „nieżywych organizmów” A. U.), a jedynie fenotypy i populacje tworzących się wówczas wielkocząsteczkowych układów samoodtworzalnych — w niczym nie zmienia istoty zagadnienia. Autor recenzji sam zapewnia, że „sekwencja nukleotydów staje się informacją dopiero wówczas, gdy zaczyna określać strukturę i związaną z nią funkcję kodowanych białek”. Skoro informacja genetyczna mogła pojawić się dopiero w układach złożonych z kwasów nukleinowych i białek (do czego skłania się też Eigen) — to czymże jest to białko, jak nie fenotypem, chociaż istotnie na bardzo niskim poziomie organizacji¹. Wspomniane układy samoodtworzalne świadczą o tym, że informacja genetyczna pojawiła się w systemach supramolekularnego poziomu organizacji, złożonych z komponentu reprodukcyjnego (kwasy nukleinowe), metabolicznego (białka) z bardzo prawdopodobną obecnością prymitywnego komponentu granicznego (prabłona elementarna), złożonego być może zarówno z białek

¹ Pragnę zwrócić uwagę, że sam Eigen (1971) w kilku miejscach swej pracy posługuje się nazwą mutacje „genotypowe” na określenie zmian pierwotnych nosicieli informacji genetycznej, np. na str. 501, oraz nazwą „fenotyp” na str. 503 w odniesieniu do kodowanych przez te pierwsze białek.

natywnych, jak i polipeptydów pochodzenia abiogenicznego. Były to więc systemy organizmalne, chociaż znajdujące się na znacznie niższym poziomie organizacji niż najprostsze znane nam dziś komórki.

Do tego skłaniają nas też poglądy cytowanego już Eigena (1971), który zakładając powstanie sprzężenia między kwasami nukleinowymi i białkami pełniącymi funkcje katalityczne w odniesieniu do tych ostatnich (tzw. „hypercykle”), zakłada jako niezbędny warunek ich dalszego rozwoju szybką izolację i „kompartmetyzację” takich złożonych układów, aż do powstania systemów prebiologicznych przypominających koacerwaty Oparina lub mikrosfery Foxa, tj. systemy złożone już z kilku komponentów.

Dlatego właśnie teza prof. Kunickiego-Goldfingera, że „nic nas nie zmusza... do szukania jakichś tajemniczych i nieokreślonych prazródół informacji, od których dopiero przejęłyby się kwasy nukleinowe”, w pełni mi odpowiada i — jak mi się wydaje — nie podważa mojej poprzedniej linii rozumowania. Teza przeciwna też zresztą nie jest aż tak absurdalna, jakby się to wydawało. Przecież tam Eigen (i nie tylko on) zastanawia się całkiem poważnie, czy rolę pierwotnych cząsteczek informacyjnych nie mogły początkowo pełnić same białka.

Wreszcie — mea culpa! Rzeczywiście widzę teraz, że niesłusznie zaliczyłem poglądy J. Monoda i F. Jacoba do jednej grupy „redukcyjnego ewolucjonizmu”. Wprawdzie cytowane przez mego Recenzenta zdanie ze str. 72 „tezy te (Jacob’a) są, ogólnie biorąc, zgodne z tezami rozwiniętymi przez Monoda” ... kończy się „choć na pewno mniej radykalnie rozwinięte”, ale nawet z tym omówieniem poglądy obu znakomitych biologów francuskich są potraktowane w mojej książce jako jeden zbitek. W istocie jednak obaj różnią się w wielu istotnych punktach. Ale książka Jacob’a jest nie tylko bogatsza w treść i napisana trudniejszym językiem — jest także moim zdaniem nie zawsze dość jasna i jednoznaczna oraz chyba przeładowana dygresjami. Na moje usprawiedliwienie (jeżeli takie jest możliwe) można tylko powiedzieć, że kiedy pisałem „Rewolucję naukową w biologii”, nie ukazało się jeszcze polskie tłumaczenie książki Jacob’a z wyśmienicie napisaną przedmową pióra prof. Kunickiego-Goldfingera, która wiele rzeczy lepiej wyjaśnia niż lektura oryginału!

Z tym większą uwagą i niecierpliwością czekam na zapowiedzianą książkę Profesora „Dziedzictwo i przyszłość”, która na pewno przyczyni się do dalszego wzrostu zainteresowania problemami biologii teoretycznej w Polsce.

STAN I KIERUNKI BADAŃ PODSTAWOWYCH DLA POTRZEB PRODUKCJI ROŚLINNEJ

Mówiąc o konieczności badań podstawowych dla potrzeb rolnictwa zdaję sobie sprawę z mogących powstać tu licznych nieudomówień. Odpowiedzialny bezpośrednio za stan produkcji Resort Rolnictwa jest najbardziej związany z kłopotami wyłaniającymi się w trakcie realizowania postulowanych programów. Te codzienne kłopoty, wymagające doświadczonego załatwiania, przesłaniają do pewnego stopnia dalsze, perspektywicznie wyłaniające się problemy, wymagające zastosowań badań podstawowych. Jest to jeden z powodów traktowania przez Resort Rolnictwa badań podstawowych jako drugoplanowych.

Dalszym powodem tego rodzaju stanowiska jest trudność rozróżniania problemów podstawowych o dużym znaczeniu od mało perspektywicznych. Istnieje wprawdzie możliwość wiązania określonych problemów podstawowych z praktycznymi potrzebami, jednak okazuje się zazwyczaj, że życie kroczy odmiennymi drogami.

Jeśli więc trudno jest przewidzieć, jaki kierunek nauk może w określonej sytuacji dać najpomyślniejsze praktyczne osiągnięcia, pewniej będzie jeśli zakres badań podstawowych będzie obejmował wszelkie dziedziny wiedzy, niezbędnej do pomyślanej realizacji procesów wytwórczych.

Na tak szeroko zakrojony program badań podstawowych pozwolić sobie mogą społeczeństwa bogate, przeznaczające znaczne środki finansowe na rozwój nauk. Z chwilą ograniczenia środków finansowych na naukę, podejmujący tę decyzję zmuszony jest do podziału problemów lub dyscyplin na mniej ważne i ważniejsze.

Znajduje się on wówczas w pozycji gracza obstawiającego numery gry losowej wg własnego uznania; numery te mogą nie być wylosowane.

Porównanie planowania nauki do gry losowej nie odpowiada jednak faktycznemu stanowi, gdyż w wielu dziedzinach nauki mamy poważne zaległości do odrobienia. Dotyczy to jednak tych dziedzin, w których nie możemy opierać się bezpośrednio na obcych osiągnięciach.

Ale nawet tak pojęte kompleksowe rozwiązywanie problemów naukowych nie przyniesie korzyści, jeśli nie zaistnieją pomyślane warunki ich realizacji. Te dwa nieodzowne warunki tkwiące u progu przydatności nauk podstawowych dla praktyki, nie są w pełni realizowane w naukach rolniczych. Jeśli więc stan obecny trwać będzie nadal, zmuszeni będziemy stwierdzać ustawiczne trudności na drodze zwiększenia produkcji rolniczej, mimo wzrastania nakładów na jej intensyfikację.

Przeglądając wnioski Sekcji Nauk Biologicznych na II Kongres Nauki Polskiej stwierdzić należy, że nie są one należycie ustawione w aspekcie pierwszoplanowych potrzeb rolnictwa. Główny nacisk kładzie się na rozwój biologii molekularnej, przewidując między innymi

rozwinięcie genetyki roślin i zwierząt w oparciu o biologię molekularną. Jestem przekonany, że biologia molekularna w dalszej przyszłości dokona rewolucyjnego przełomu w sposobach uzyskiwania środków żywności, upłynie jednak sporo czasu, zanim z obecnej fazy rozpoznawczej wejdzie w fazę rolniczych zastosowań praktycznych.

W najbliższej więc przyszłości będziemy podnosić produkcję rolniczą tańszymi sposobami opartymi na doskonaleniu powszechnie stosowanych metod. Biologia molekularna stanowi więc dalszy etap doskonalenia metod produkcji rolniczej, które to doskonalenie powinno iść moim zdaniem w dwu zasadniczych kierunkach:

1. Stworzenie warunków produkcji określonych związków chemicznych, w tym białka, którego deficyt w skali światowej będzie najszybciej wzrastał. W odpowiednich warunkach przy użyciu mikroorganizmów, lub roślin wyższych, produkcja tego rodzaju pozwoliłaby na uzyskiwanie związków organicznych o stosunkowo wysokim stopniu czystości, przez cały rok w uniezależnieniu się od kaprysów klimatu. Nadto istnieje możliwość ograniczenia zużycia wody, potrzebnej na produkcję masy organicznej, przez zastosowanie obiegu zamkniętego.

2. Ponieważ przy skarmieniu lub spożywaniu roślin znaczna część masy w postaci celulozy lub pentoz nie jest przyswajalna, przeto produkcja odpowiednich enzymów tj. celulazy i pentokinazy pozwoliłaby na uruchomienie znacznych rezerw żywieniowych nie wyzyskiwanych w pełni przez współczesne rolnictwo. Zwierzęta kręgowie i człowiek praktycznie utraciłby zdolność przyswajania pentoz na skutek braku pentokinazy, przeto wprowadzenie tylko tego jednego enzymu stworzyłoby ogromne możliwości znacznie lepszego wyzyskania produkcji rolniczej.

Niewątpliwie ten drugi kierunek prac badawczych mógłby już współcześnie oddać poważne usługi rolnictwu, jednak w obecnym stanie wyposażonej laboratoriów biologii molekularnej w Polsce, przy ich ograniczonej tematyce badawczej, nie należy oczekiwać szybkiego rozwiązania problemów ściśle związanych z praktyką.

Tym obawom niewątpliwie przypisać należy fakt nieuwzględnienia biologii molekularnej w prognozach badawczych Sekcji Nauk Rolniczych i Leśnych. Sądzić należy, że współcześni rolnicy nie widzą chwilowej możliwości stosowania tego kierunku badawczego w rolnictwie, a również w hodowli roślin. Jednak zupełne odcięcie się od perspektywicznego kierunku badań stwarza obawę pozostawania w tyle za nauką światową. Stąd mając na względzie dalsze perspektywy rozwoju jakiegoś kierunku naukowego należy w pierwszej kolejności realizować bliższe jego etapy. Do bliższych etapów tego kierunku zaliczyłbym badania nad hodowlą tkanek roślin uprawnych „in vitro”. Badania te już obecnie mogą w znacznym stopniu być realizowane przez hodowlę roślin. Sądzić należy, że w przyszłości badania te utworzą drogę biologii molekularnej w jej zastosowaniach dla potrzeb rolnictwa.

Na podstawie poruszonych kilku problemów zarysowują się znaczne możliwości współpracy biologów z rolnikami. Tego rodzaju konieczność ścisłej współpracy odczuwają liczne instytuty rolnicze, a w obawie przed trudnościami nawiązania ścisłej współpracy organizują własne placówki badań podstawowych. Jednak „dublowanie” tematyki badawczej nasuwa liczne zastrzeżenia i propozycje zmierzające do likwidacji marnotrawstwa. Należy podkreślić, że w ostatnich latach nastąpiła

znaczna poprawa w zakresie współpracy instytucji zajmujących się badaniami podstawowymi z instytutami Resortu Rolnictwa. Współpraca ta polega na koordynacji badań i kooperacji w tematyce badań podstawowych z Resortem Rolnictwa. Jest to chyba w obecnym stanie organizacji nauki jedyna możliwa forma współpracy nauk podstawowych z naukami rolniczymi. Ma ona jednak również ujemne strony. Ujemną stroną jest rozproszenie potencjału ludzkiego i wyposażeniowego w kilku resortach przy dysproporcjach pomieszczeń, funduszy itp., co nie pozwala na optymalizację uzyskiwanych wyników badawczych. Pracownicy resortowych instytutów rolnictwa wprawdzie lepiej rozumieją potrzeby produkcji rolniczej od pracowników instytutów badań podstawowych, są jednak gorzej od tych ostatnich przygotowani do rozwiązywania problemów o charakterze teoretycznym.

Tak zwane węzłowe problemy rolnicze mają charakter zamówienia społecznego pod adresem nauki. Wynikające z sytuacji gospodarczej zamówienia społeczne mogą być realizowane w różny sposób. Postuluje się np. intensyfikację produkcji zbóż dla likwidacji deficytu ziarna. Ponieważ jednak znaczną część wyprodukowanego ziarna zbóż przeznacza się na paszę, powstaje pytanie czy w tym stanie rzeczy uzyskanie tańszych i często lepszych pasz nie jest skuteczniejszą drogą likwidacji deficytu zbożowego od intensyfikacji produkcji zbóż? Odpowiedź na to pytanie wymaga wszechstronnych studiów i dopiero po wytyczeniu dróg prowadzących najskuteczniej do postawionego celu, możliwe będzie ustawienie planów naukowych.

W naszych poczynaniach rolniczych jesteśmy silnie uzależnieni od warunków środowiska: klimat i gleby nakreślają nam kierunki produkcji pozwalające na optymalne wykorzystanie zasobów przyrody. Musimy liczyć się z ograniczonymi zapasami wody nierównomiernie dostępnej roślinom tak w czasie jak i w przestrzeni. Te właśnie warunki siedliskowe powodują konieczność uprawy w Polsce na dużych obszarach żyta i ziemniaków. Zdajemy sobie sprawę z tego, że rośliny te odgrywają u nas zasadniczą rolę, jednak nauki podstawowe nie czynią znaczniejszych wysiłków by przez podniesienie ich plonów utorować drogę „polskiej rewolucji zielonej”. Pragnę wspomnieć, że w hodowli obu tych gatunków stosuje się od prawie stu lat nie ulegające poważniejszym zmianom metody.

Jeśli więc w Polsce w przyszłości ma się dokonać „zielona rewolucja”, to należałoby zacząć od opracowania nowych metod hodowli żyta i ziemniaków, opartych na bardziej dociekliwych badaniach genetycznych. Niestety w programach współpracy genetyków z hodowcami roślin nie znalazłem zapowiedzi wspólnego rozwiązania tego ważnego dla nas tematu naukowego.

Jest to niewątpliwie zadanie trudne, nie rozwiązane w znacznej mierze przez naukę światową. Stąd też przywiązanie do tradycyjnych wypróbowanych metod hodowli, a obawa przed nowością. Stąd brak śmiałych koncepcji, niedocenianie możliwości adaptacji metod wypróbowanych na innych roślinach zamknie drogi prowadzące do przełomu w hodowli tych tak dla nas ważnych roślin.

Chcąc jednak dokonać rewolucji, musimy postępować śmiało i podejmować ryzyko badań nie zawsze znanych ze swej skuteczności. Inicjatywa w tym kierunku nie wyszła ani od hodowców ani od biologów.

Wobec tego stanu rzeczy podjęto w ramach Komitetu Hodowli i Uprawy Roślin przy V Wydziale PAN pod moim kierunkiem dyskusje nad metodami hodowli żyta i ziemniaków. Dyskusja ta pozwoliła na wyłonienie określonych kierunków prac.

Rozpoczęta przez Komitet Hodowli i Uprawy Roślin dyskusja fachowa nad realizacją podstawowych badań dla potrzeb hodowli roślin objęła na początek dwie rośliny. Dotychczas ograniczyliśmy się do możliwości ram Komitetu. Nic nie stoi jednak na przeszkodzie by rozpoczęła się ściślejsza współpraca między naukowcami V i II Wydziału i objęła szerszy wachlarz zagadnień.

O PRIORYTECIE BADAŃ W DZIEDZINIE TAKSONOMII ROŚLIN*

Wiek dziewiętnasty i początek wieku dwudziestego pozostawiły nam w spuściznę słabe poznanie flory i rozmieszczenia geograficznego roślin naszego kraju. Również dalekie od ukończenia są badania nad taksonomią opisową, nie mówiąc już o takich naukach jak cytologia, embriologia, chemotaksonomia czy biosystematyka.

W związku z programem badań florystyczno-taksonomicznych prowadzonych w Instytucie Botaniki PAN w Krakowie toczy się od lat dyskusja na temat priorytetu badań. Opinie na ten temat są mocno podzielone. Dyskutuje się, czy należy cały potencjał badawczy Instytutu skierować na „odrabianie zaległości dziewiętnastowiecznych” czyli na badania florystyczne, geograficzno-roślinne, opracowanie opisowych flor dotyczących całego obszaru Polski i wszystkich grup roślinnych oraz badania metodami klasycznej taksonomii opisowej, a nielicznych pracowników ukierunkować w nowoczesnych badaniach cytologiczno-biosystematyczno-genetycznych. Taka jest obecna polityka naukowa Instytutu. Czy też bardziej celowe byłoby skierować cały potencjał badawczy Instytutu na badania nowoczesne odkładając „odrabianie zaległości” do bardziej sposobnej pory.

Referat ten został wygłoszony na posiedzeniu Wydziału Nauk Biologicznych PAN w Instytucie Botaniki w Krakowie na posiedzeniu w dniu 16 maja 1974 r.

Nie sądzę aby trzeba było wyjaśniać co to jest taksonomia i do czego służy. Osobom zainteresowanym w bliższym i dokładniejszym sprecyzowaniu jej celów i metod można polecić artykuł prof. Pawłowskiego opublikowany w dziele *Biologia XX wieku*, czy też podręcznik DAVIS i Heywooda [1]. Dla przypomnienia dodam, że wszystkie nauki* operujące rośliną jako przedmiotem badań, jak ekologia, fizjologia czy też nauki stosowane, muszą wiedzieć bardzo dokładnie z jakim gatunkiem czyli taksonem mają do czynienia, a określenie, zbadanie i opisanie go należy z kolei do systematyki.

Sytuacja w tej dziedzinie nauki w Polsce jest zła. Może nie aż tak zła jak w zakresie posiadanych zbiorów zielnikowych, w którym to znajdujemy się na 5 od końca miejscu w Europie przed Islandią, Albanią, Grecją i zdaje się Bułgarią. Nasza systematyka, zwłaszcza jeśli chodzi o rośliny wyższe, jest przede wszystkim zaściankowa. Hasła z okresu rozbiorowego, że należy badać przede wszystkim własne ziemie, dziwnie się przyjęły i pokutują do dziś w mentalności nie tylko badaczy ale i osób decydujących o wysyłaniu pracowników za granicę.

* Referat wygłoszony na Plenarnym Zebraniu Wydziału Nauk Biologicznych PAN w Krakowie w dniu 16. V. 1974 r.

Do poznania taksonomii gatunków jakiegoś obszaru flory wiedzie daleka droga zaczynająca się od prostych badań florystycznych, biegnąca następnie przez badania nad rozmieszczeniem gatunków, badania morfologicznymi metodami klasycznej taksonomii, opracowanie flory opisowej danego obszaru, przez badania biometryczne, cytologiczne, embriologiczne, biosystematyczno-genetyczne i chemotaksonomiczne wszystkich składników flory tego obszaru nie mówiąc już o związkach danego obszaru z florą terenów przyległych czy historycznie wyjściowych. Dopiero komplet tych badań daje właściwą podstawę zarówno dla nauk pochodnych od botaniki, jak i całościowych uogólnień. Kolejności tych badań niepodobna przeopracować czy też pominąć pewnych etapów. I tak niepodobna przeprowadzić większych badań cytologicznych, biometrycznych czy też biosystematycznych bez dobrego poznania całości flory i geograficznego rozmieszczenia poszczególnych jej składników. Bywa tak, że biosystematyk podejmuje się nowoczesnego zbadania jakiejś grupy roślin słabo dotychczas poznanej. Musi on jednak wtedy przed innymi badaniami najpierw poznać jej morfologię i rozmieszczenie geograficzne. A więc nie będąc w tej dziedzinie specjalistą musi on rozpocząć badania metodami klasycznej taksonomii, a dopiero potem zabrać się do badań pochodnych.

Tę prawdę chciałbym unaocznnić niecierpliwym osobom zapatrzonym w osiągnięcia kalifornijskiej szkoły biosystematycznej, krytykujących program badań w tej dziedzinie prowadzony w Instytucie Botaniki. Krytykuje się nas z jednej strony, że odrabiamy zaległości dziewiętnastowieczne. Oczywiście że odrabiamy, ale nie odrobiliśmy ich za nas inni. Nie należy też zapominać, że prawidłowe opracowanie opisowej flory każdej większej grupy roślin wymaga dużego zespołu badawczego składającego się z licznych znawców krytycznych grup roślinnych. Która z katedr botaniki wyższych uczelni jest w stanie zatrudnić tak liczną grupę ludzi i pozwolić im pracować przez wiele lat nad jednym zagadnieniem. Moim zdaniem może i powinno to być zrobione właśnie w Instytucie Botaniki PAN, oczywiście przy współpracy specjalistów z wyższych uczelni. Na którymś z posiedzeń Wydziału II jeden z profesorów po swej wizycie w Stanach poddał w wątpliwość celowość prac nad Florą „bo można przecież te dane uzyskać z komputera”. Można, oczywiście że można. Jeżeli się go ma. Poza tym, aby stamtąd otrzymać jakieś dane trzeba je najpierw tam zdeponować. Czyli, trzeba je najpierw mieć! Wszelkie nowoczesne zakodowanie danych z geografii roślin na komputer musi być poprzedzone żmudnym wielokrotnym obejściem terenu nieraz w deszczu i z ciężkim plecakiem przez doświadczanego badacza, który potrafi sam nie tylko określić znalezione formy, ale przede wszystkim je dojrzeć. A to wymaga długoletniego i ciągle powtarzanego treningu. Niestety dotąd nie wymyślono jeszcze komputera w postaci łunochoda, który spacerowałby po terenie i zbierał dane florystyczne czy też biosystematyczne, a nawet nie ma w żadnych pracowniach takiego pudła, do którego można by wrzucić kawałek zielska a na ekranie wyskoczyłaby jego nazwa. Istnieją nieliczne perforowane klucze do oznaczania kilku rodzajów czy rodzin w ogromnej florze świata. Żeby jednak oznaczyć byle patyk trzeba pod lupą dokonać analizy cech, a to musi zrobić botanik, który wie jak się to robi.

Nie chcę, aby Państwo zrozumieli że jestem wrogiem badań nowoczesnych. Niemniej, aby je prowadzić na szeroką skalę trzeba mieć

ukończony albo poważnie zaawansowany pierwszy etap, a po drugie trzeba mieć wyszkoloną za granicą sporą kadrę młodych inteligentnych ludzi. Jest rzeczą charakterystyczną, że całosciowe biosystematyczne prace pozwalające na wgląd w ewolucję i genetykę grupy prowadzi się w Polsce prawie wyłącznie w pracowniach prof. Szweykowskiego i prowadziło się je u prof. Gajewskiego — niestety ta ostatnia pracownia przeszła do innych badań. Obaj kierownicy spędzili długie miesiące w najlepszych na świecie szkołach biosystematycznych w Kalifornii. Badania szkół dr Ehrendorfera w Wiedniu i dr Moore w Reading, które naprawdę liczą się w Europie też poprzedziły staże w tymże samym ośrodku. Reszta to badania częściowe. Ktoś np. dobrze umie cytologię, inny chemotaksonomię, jeszcze inny statystykę czy biometrię, ale nie potrafi tych badań wiązać w całość i w skutek tego prowadzi częściowe badania, które mają luki poza specjalnością danego badacza. Poza tym — te badania wymagają bardzo inteligentnych ludzi potrafiących znaleźć związki przyczynowe. To na pewno trudniejsze niż zapamiętanie tysiąca form z jakiejś grupy systematycznej i nie można przekwalifikować klasycznego taksonoma w biosystematyka przez danie mu takiego polecenia i dostarczenie literatury, a tak dotychczas chcemy wychować biosystematyków.

Reasumując to co powiedziałem. Należy dążyć do unowocześnienia systematyki, ale nie należy się łudzić, że uda się to zrobić szybko i tanio. To musi kosztować i to w dewizach!

Jak wyprowadzić taksonomię z zaściankowego zaułka. To też musi trwać i bardzo dużo kosztować. Nasze zielniki są rozpaczliwie biedne. Można je uzupełnić jedynie przez organizowanie ekspedycji do krajów posiadających bogatą i interesującą florę i takie zielniki można dopiero korzystnie wymieniać. Nie uda się otrzymać interesujących materiałów drogą wymiany za zielniki flory Europy środkowej. Potrzebne są ekspedycje zarówno dla powiększenia zbiorów, jak i przeprowadzenia badań, aby w ten sposób wejść na światowy rynek badawczy. To także musi kosztować i to w dewizach. Ale sądzę, że tu o pieniądze łatwiej. Trzeba tylko więcej zrozumienia i przychylności Władz Akademii czy Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego. Ostatnio często czytam w prasie o różnych ekspedycjach naukowych studentów rozmaitych uniwersytetów czy szkół wyższych w dalekie kraje. Czasem nawet uda się otrzymać skąpe zielniki liczące kilkanaście ułamków bez żadnej wartości naukowej. Oczywiście dobrze jest, że młodzi ludzie podróżują i poznają świat. Czy nie lepiej jednak, aby wprawiali się oni w trudnym rzemiośle naukowym taniej w kraju, a na ich miejsce za te same pieniądze wyjeżdżali w świat doświadczeni badacze, którzy rzeczywiście potrafią coś zrobić dla nauki. W ostatnich czasach dokonał się w świecie ogromny renesans prac florystycznych czy prac z dziedziny taksonomii klasycznej. Opracowuje i publikuje się flory wielu obszarów bądź to egzotycznych i słabo dotychczas florystycznie zbadanych, a także flory obszarów Europy środkowej dobrze już zbadane, w których pozornie nic już nowego znaleźć i ogłosić niepodobna np. Flora Szwajcarii. W tych florach dokonuje się przewartościowania starych pojęć florystycznych czy taksonomicznych oraz publikuje się wyniki nowszych badań.

Na koniec chciałbym zrobić przegląd sytuacji w poszczególnych grupach roślin, aby mogli Państwo wyrobić sobie pogląd na potrzeby, a równocześnie bardzo nierówny stan zaawansowania badań.

ROŚLINY NACZYNIOWE

Prawie gotowa opisowa flora. Niestety jej opracowywanie rozpoczęło się około 1912 r. Pierwszy tom ukazał się drukiem w 1919 r. Sześć pierwszych tomów opracowanych przed wojną jest zdezaktualizowanych i wymaga kompletnego przerobienia. Zakończenie ostatniego tomu przewidziane na lata 1975—76. Mamy trzy wydania doskonale swego czasu flory kieszonkowej „Rośliny Polskie”. Niestety jak wszystko, dzieło to pomału się starzeje i na jego miejsce podjęto opracowanie czegoś, co zawierałoby wszystkie nowsze dane z systematyki i geografii roślin zaistniałe od ostatniego wydania. Brak Atlasu rozmieszczenia roślin w Polsce, który obejmowałby całość flory. Mamy jedynie dobre punktowe mapy rozmieszczenia gatunków drzewiastych opracowywane ostatnio przez prof. Browicza i szereg map zasięgowych gatunków, które wykonano przy okazji rewizji systematycznych. Od roku 1935 opracowuje się i publikuje na bardzo wysokim poziomie „Atlas Flory Polskiej”. Niestety dotychczas opublikowano około 30 zeszytów na planowanych 120. Badania nad kariologią gatunków flory Polskiej prowadzone od około 30 lat obejmują około 600 gatunków czyli nieco więcej niż 1/4 flory. Posiadamy klasyczne rewizje taksonomiczne kilkunastu rodzajów. Posiadamy dobrze zbadane florystycznie niektóre nieliczne zresztą partie kraju, zwłaszcza Karpaty i luki na wielu obszarach. Dotąd znajdujemy nowe dla flory polskiej gatunki i to wcale nie przybyśże ostatnich lat. Posiadamy dość dobrze rozwinięte badania nad florą synantropijną. Kilka rodzajów Flory zbadano pod względem biometrycznym dość dobrze. Kilka gatunków opracowano biosystematycznie, kilka chemotaksonomicznie. Posiadamy 6 światowych monografii rodzajów opracowanych w ostatnich latach i mały udział Polaków w opracowywaniu flor obcych terenów. Pięć osób we Flora Europaea i dwie osoby we florze Turcji i Iranu. Duża grupa badaczy pod kierunkiem prof. Kornasia dostarcza danych o rozmieszczeniu roślin naczyniowych w Polsce do dzieła Atlas Florae Europaeae.

BRIOLOGIA I LICHENOLOGIA

Gotowa flora mchów i opublikowanych 4 t. flory porostów oraz 1 t. wątrobowców. W druku mała flora porostów. Dobrze florystycznie zbadane niewielkie obszary i luki na większości terytoriów. Punktowe mapy rozmieszczenia wątrobowców wykonywane przez prof. Szwejkowskiego oraz części porostów i mchów publikowane w Poznaniu. Prace biosystematyczne, biometryczne i kariologiczne nad niewielu gatunkami wątrobowców — jedną monografię światową rodzaju *Calliergon* i starą rodzaju *Usnea*.

ŚLIZOWCE

Gotowa flora. Stara światowa monografia przed 100 laty. Nieliczne badania florystyczne, przy posiadaniu obecnie bodajże 1 specjalistki od tej grupy roślin. Słabe rozeznanie w rozmieszczeniu geograficznym.

GRZYBY

Ogromna grupa roślin o dużym znaczeniu praktycznym. Dotychczas wydano drukiem 6 t. flory, z których 2 przetłumaczono i opublikowano drukiem na zlecenie Departamentu Rolnictwa USA. Jest to dowodem wysokiego poziomu tego dzieła. To mało, ale w ostatnich czasach opracowanie dalszych ruszyło nieco prędzej. Bardzo mało danych o rozmieszczeniu geograficznym i taksonomii tych trudnych form. W ostatnich latach rozpoczęto prace nad nowoczesną taksonomią niektórych gatunków opartą o hodowlę. Kilku dobrych specjalistów o zasięgu światowym pracujących na szerokim materiale.

GLONY

Poważnie zaawansowana „Flora Słodkowodna Polski” obejmująca 12 wydanych drukiem tomów. Trochę fragmentarycznych danych o rozmieszczeniu gatunków i o florze niewielu obszarów. Opracowania taksonomiczne niewielu grup, w nielicznych przypadkach o zasięgu światowym. Rozpoczęte prace nad hodowlą glonów dla celów taksonomicznych. W sumie nie jest to wiele, a zapotrzebowanie dla celów praktycznych ogromne.

Reasumując, stan jest dość zły, zwłaszcza jeżeli chodzi o rośliny zarodnikowe. Konieczność intensyfikacji we wszystkich kierunkach ogromna, zwłaszcza że w ostatnich czasach kurczy się nam baza badawcza przez gwałtowne zmiany środowiska przyrodniczego pod wpływem działalności człowieka. Stąd konieczność szybkich prac inwentaryzacyjnych.

W badaniach nie proponuję więc preferowania żadnego kierunku czy działu taksonomii. Uważam, że wszystkie są potrzebne i ważne, i nie można zaniedbywać niczego dla rozwinięcia innych kierunków. W miarę możliwości należy kształcić specjalistów i rozwijać badania nowoczesne, ażeby po ukończeniu niezbędnie potrzebnych pierwszych etapów badawczych dysponować wykształconą kadrą zdolną rozwinąć te nowoczesne badania na szerszą skalę w możliwie krótkim czasie.

LITERATURA

- [1] Davis P. H., Heywood V. H. *Principles of Angiosperm Taxonomy*. Edinburgh and London. Oliver & Boyd. 556, 1963.
- [2] Pawłowski B. *Systematyka roślin w dziele: Biologia XX wieku*. Warszawa. Wiedza Powszechna, 384—417, 1971.

WPROWADZENIE W FOTODYNAMIKĘ STRUKTURALNĄ UKŁADÓW BIOLOGICZNYCH

Mechanizmy morfogenezy nie zostały dotychczas w zupełności rozwiązane. Zarówno złożoność układu biologicznego, występowanie różnych rzędów wielkości w jego organizacji, niezupełnie poznane czynniki koordynacyjne, przeciwstawne procesy zróżnicowania oraz integracji występujące łącznie w ewolucji, niemożność wreszcie wykazania, jak się zjawiska kwantowe sumują w makroskali, stwarzają sytuację zbyt zawiłą. Wyjaśnienie wszystkiego na podstawach biochemicznych nie wydaje się możliwe, natomiast biologia molekularna nie wyszła poza rozmiary drobinowe i siły tam działające. Wydaje się, że przybliżone rozwiązanie można będzie znaleźć w danych fotobiologii interpretowanych na podstawach bioelektroniki. Próba taka jest przedmiotem tego artykułu.

1. MORFOGENEZA JAKO ZESPÓŁ ENERGETYCZNY

Morfogenezę jako kompleks energetyczny można i należy rozpatrywać w kilku procesach elementarnych. Modelowanie masy biologicznej w określony i genetycznie uwarunkowany kształt wymaga przede wszystkim substratu substancjalnego, następnie jego transportu, sił dyspozycyjnych i to przestrzennie zorientowanych, ponadto ogólnej koordynacji. Metabolizm dostarcza wprawdzie masy organicznej, spełnia więc podstawową rolę, ale nie jest czynnikiem kształtującym. Anizotropia zaś układu biologicznego, a więc wyróżnione kierunki funkcjonalne, czy energetyczne, nie są tu jedynie wynikiem symetrii sieci jak w materii nieorganicznej i krystalicznej. Wyróżnione kierunki energetyczne są wprawdzie uwarunkowane odpowiednimi strukturami, jednakże u podstaw wytworzenia anizotropii biologicznej działać musiały przestrzennie zorientowane siły. Anizotropia żywych układów stanowi jeden z kierunków rozwojowych i jest wyższym etapem niż izotropowość. W mitozie i całej embriogenezie zróżnicowania przestrzenne i sił działających zdają się oczywiste.

Przez analogię z kryształami należy sądzić, że anizotropia oznacza tu cały zespół relacji energetycznych ukierunkowanych. Anizotropowo układają się więc właściwości elektryczne, magnetyczne, termiczne, mechaniczne, akustyczne i optyczne. W biologicznych układach doszły jeszcze ukierunkowane zależności chemiczne. Prawdopodobnie anizotropia sił jest zakodowana genetycznie, świadczą zresztą o tym elektryczne właściwości organizmów [22a].

2. CHARAKTER SIŁ W MORFOGENEZIE

Najbardziej oczywiste wydaje się, że siły kształtujące w układzie biologicznym są natury chemicznej, metabolizm bowiem stanowi nieodłączną cechę życia. Podstawowy element morfogenezy — białko i kwasy nukleinowe — są metabolicznie tworzone. Niemniej problemem otwartym pozostają mechanizmy przestrzennego rozmieszczenia reakcji chemicznych oraz nagromadzenie masy organicznej w odpowiednie struktury. Najprostsze wydaje się przyjęcie istnienia sił chemicznych jako odpowiedzialnych za ten proces.

Niektóre fakty zdają się potwierdzać słuszność tej sugestii. Dobrym materiałem obserwacyjnym okazał się mikroorganizm *Dictyostelium discoideum*. Poza czynnikami chemotaktycznymi i zdolnością tworzenia agregatów komórkowych, wyróżniono jeszcze impulsowe działania typu polowego. Każda fala odpowiada jednej fazie chemotaktycznej reakcji. Komórki stają się tutaj okresowo emitującymi oscylatorami porządkującymi cały zespół organiczny. Bogato ilustrowany materiał doświadczalny zdaje się potwierdzać morfogenetyczną rolę czynnika chemicznego [8]. Obecne badania idą w kierunku teoretycznego opracowania „fal chemicznych”, których skutki stwierdza się w zespołowo żyjącej amebie *Dictyostelium discoideum* [43].

W świetle natomiast odkrytych fal chemicznych [28] należy sądzić, że przenoszony u *Dictyostelium discoideum* impuls posiada cechy chemicznego zaburzenia w czasie. Przewidział to w 1957 r. Gumiński [11] mówiąc o fali redoksowej przenoszącej się przez środowisko reakcji.

3. NIECHEMICZNE CZYNNIKI W MORFOGENEZIE

Stronę chemiczną można również dobrze przedstawić elektronowo. Reakcje chemiczne rozbite na mnóstwo procesów enzymatycznie katalizowanych, wytworzone stany wzbudzone, obecność rodników jako etapów przejściowych, stwierdzona rezonansem paramagnetycznym pozwalają coraz częściej patrzeć na reakcje chemiczne jako na procesy elektroniczne.

Jeszcze bardziej potwierdza ten punkt widzenia półprzewodzące środowisko wewnętrzne, w obrębie którego dokonują się reakcje chemiczne. Części składowe tego środowiska, a więc aminokwasy [42], białka, kwasy nukleinowe [39], cukrowce jak celuloza, galaktoza, porfiryny jak chlorofil [22], karotenoidy [6, 31] są półprzewodnikami. Nie tylko chemicznie rzecz biorąc, ale również histologicznie masa biologiczna jest półprzewodnikiem, wydaje się to uzasadnione. Tkanki bowiem zarówno zwierzęce, jak i roślinne odznaczają się właściwościami piezoelektrycznymi [37]. Masa biologiczna rozpatrywana jako drobiny organiczne, ale również zorganizowana w zespoły tkankowe jest materiałem elektronicznym. Procesy życiowe dokonują się w środowisku półprzewodzącym, a w związku z tym muszą mieć dwa oblicza — jedno chemiczne dobrze już poznane, drugie elektroniczne, typowe dla materii określanej jako półprzewodniki. Zjawiska kwantowe są tu najbardziej charakterystyczne, a wśród nich przede wszystkim emisja fotonów. Należy więc przypuszczać, że procesy morfogenezy dokonują się w równej mierze na zasadach biochemicznych jak i elektronicznych.

Zawężenie energetyki żywego układu do procesów chemicznych było na pewnym etapie badań uzasadnione i wystarczające. Poszerzenie problematyki o energię świetlną w fotosyntezie było odstępstwem na rzecz roślin zielonych. Tymczasem elektroniczne tło bioenergetyki jest wspólną cechą zarówno zwierząt, jak i roślin. Wynika to z półprzewodnictwa podstawowych związków chemicznych biologicznie ważnych, jak również z półprzewodzących właściwości tkanek.

Niezależnie od eksperymentalnych danych na półprzewodnictwo związków organicznych podstawowych dla organizacji żywego ustroju jeszcze inny czynnik wskazuje na słuszność interpretowania organizmu jako zespołu bioelektronicznego, mianowicie zjawiska kwantowej emisji towarzyszące procesom biologicznym. Generacja fotonów w szerokim zakresie od ultrafioletu do podczerwieni [27, 44], a dla organizmów bardziej złożonych i zróżnicowanych w jeszcze szerszej skali częstotliwości [23] stanowi już dostatecznie udokumentowany elektromagnetyczny profil życia [32].

Rozbicie metabolizmu na mikroprocesy enzymatyczne oraz przejściowe wytwarzanie wolnych rodników dają szeroką podstawę pod stany wbudzone z emisją kwantu świetlnego. Sam więc sposób dokonywanego się metabolizmu od strony chemicznej sprzyja produkcji fotonów. Tak też interpretuje się chemiluminescencję, nie znajdując innego tła jak właśnie stany wzbudzone [18]. Istniałyby więc dwa źródła fotonów. Jedno w następstwie procesów kwantowych przebiegających w półprzewodzącym środowisku, drugie pochodzenia chemiluminescencyjnego.

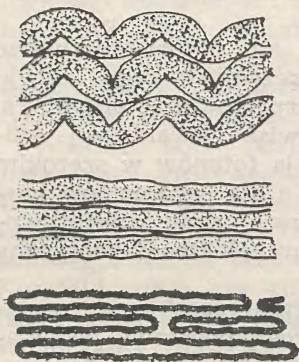
W ogólny bilans energetyczny żywego ustroju należy włączyć poza przemianami chemicznymi również energię elektromagnetyczną pochodzenia autogennego. Przemiana materii jest przemianą energii z elektromagnetyczną włącznie, a nie tylko zespołem reakcji chemicznych metabolizmem określanych.

4. MORFOGENETYCZNA ROLA FOTONÓW

Dotychczas przyjmowano morfogenetyczny wpływ fotonów w botanice [19]. Nazywa się ten efekt „fotomorfogenezą”, przy czym długość fali świetlnej odznacza się specyficznym wpływem. Mohr [24] upatruje tu rolę systemu fitochromowego, ma on być niezależny od fotosyntezy [12]. U wyższych roślin fitochrom spełniałby funkcję przy absorpcji czerwieni i podczerwieni [14]. U *Escherichia coli* stwierdzono morfologiczny wpływ światła ultrafioletowego [9]. Działanie sięga budowy komórkowej i zmiany struktur subkomórkowych [40]. Grzebień mitochondrialne zmieniają kształt pod wpływem przeenergetyzowania [13] rys. 1. Zależność zresztą między ultrafioletową fluorescencją mitochondriów a zmianami ich struktury została już wcześniej dowiedziona. Również wpływ promieniowania mitogenetycznego uznaje się za konieczny w tworzeniu morfologicznych cech komórki [4].

Kształtotwórczy wpływ światła u roślin i jego niezależność od fotosyntezy może być wskaźnikiem, że analogiczny efekt powinien występować u zwierząt [27, 44]. U zarodka kaczki stwierdzono występowanie melanocytów już w stadium kilkunastu somitów. Melanocyty zwiększają swoje zagęszczenie wzdłuż rynienki nerwowej i odgrywają prawdopodobnie znacznie szerszą rolę w ogólnym zróżnicowaniu wczesnych sta-

diów rozwojowych [17]. Ponieważ barwniki znajdują się w jakiejś relacji od fotonów, a z drugiej znów strony wiadomo, że dzielące się komórki emitują promieniowanie mitogenetyczne, zbieżność tych faktów nie wydaje się tutaj przypadkowa.



Rys. 1. Kształt grzebieni mitochondrialnych ulega zmianie w miarę narastania stanów energetycznych [13]

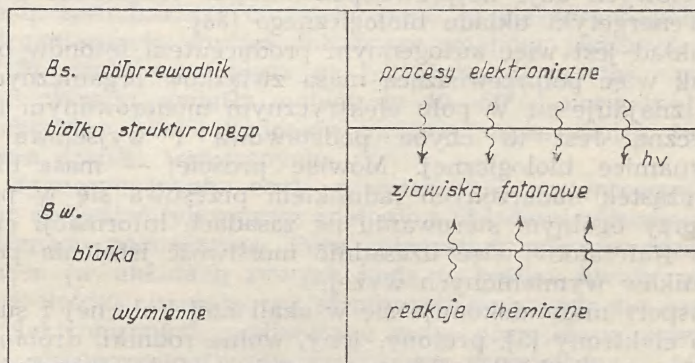
Barwniki zwierzęce przez analogie z roślinami zwane „zoochromami” winny nie mniejszą pełnić rolę w morfogenezie, przy czym nie musiałyby chodzić o światło pochodzenia słonecznego, lecz z własnej luminescencji układu. Znamienne jest, że czerwone światło absorbowane przez chlorofil jest również biologicznie czynne w organizmie zwierzęcym [45]. Łączność struktur i funkcji powinna się sprowadzać do tych samych zasad w świecie roślinnym i zwierzęcym. Morfogenetyczne działanie fotonów w obu przypadkach streszczałoby się do efektów fotoelektrycznych w półprzewodnikach białkowych z przenoszeniem masy i odkładaniem jej w odpowiedni kształt.

Ektów fotonowych nie sprowadza się już wyłącznie do chemiluminescencji, jak to pierwotnie czyniono. Dwa fakty zbieżne warte są podkreślenia; z jednej strony związki chemiczne luminescencyjne w większości przypadków są również fluoryzujące, z drugiej — nie jesteśmy w stanie wyjaśnić mechanizmu reakcji chemiluminescencyjnej inaczej jak przy pomocy stanów wzbudzonych. Źródłem energii wzbudzenia cząstek będą tutaj reakcje chemiczne [18]. Tak więc wszystkie zjawiska fotonowe sprowadzałyby się do tego samego mechanizmu — procesów kwantowych wskutek dostarczenia energii chemicznej, termicznej, mechanicznej, elektrycznej, magnetycznej lub świetlnej. Choćby z tego tytułu znalezienie korespondencji między biochemicznymi procesami, fotonami i morfodynamicznym transportem masy biologicznej wydaje się przedstawiać rzeczowe możliwości rozwiązania.

5. ZARYS MORFODYNAMIKI W BIOELEKTRONICZNYM KONTEKŚCIE

Należy przypuszczać, że w morfodynamice energia fotonów obok energii chemicznej musi odgrywać decydującą rolę. Schematyzując należałoby powiedzieć, że morfodynamika biologiczna jest wynikiem interakcji między fotonami a elektronami w białkowym substracie pól-

przewodnika. Podział na białko strukturalne i wymienne, czyli architektoniczne i metaboliczne ma tu istotne znaczenie, rys. 2.



Rys. 2. Fala metaboliczna jest wynikiem współdziałania procesów elektronicznych i chemicznych. Bs — białko strukturalne, Bw — białko wymienne

Białko wymienne Bw jest właściwym podłożem przemian chemicznych, ale jednocześnie nośnikiem fali redoksowej dzięki spalaniu i odbudowie węglowodanów oraz tłuszczowców. Niektóre przynajmniej z tych reakcji, zwłaszcza utleniania, powinny być luminescencyjne. I tak jest faktycznie.

Kwant światła dostając się w półprzewodzące środowisko białka strukturalnego powoduje skutki fotoelektryczne, a więc tworzy parę: elektron i dziura, albo stany wzbudzone przy niższych energiach. Ponadto powstaje siła elektromotoryczna w następstwie efektu fotowoltaicznego i dyfuzji nośników prądu. Uruchomione ładunki w białku strukturalnym dają możliwości generowania fotonów na kilka sposobów: na drodze fluorescencyjnego wzbudzenia, przyspieszania elektronów w polu elektrycznym, przejściowego powstawania centrów paramagnetycznych i emisji na skutek relacji spinowych [34], wreszcie akustycznego oddziaływania powstałych ekscytonów albo wpływu pól elektrycznych lub fotonów na złącza p-n. Te powstają natomiast w wyniku struktur biologicznych. Ta ostatnia sytuacja zachodzić może również między białkiem wymiennym i strukturalnym. Posiadają one różne charakterystyki elektroniczne półprzewodnika organicznego.

Warstwa białka wymiennego utrzymuje na skutek reakcji chemicznych wysoki potencjał pola elektrycznego przy zwalnianiu elektronów w procesach katabolicznych. Jest przy tym jednocześnie generatorem fotonów pochodzenia chemiluminescencyjnego. Białko strukturalne zaś jest nośnikiem prądów elektrycznych w następstwie efektu fotowoltaicznego oraz generatorem fotonów pochodzenia elektroluminescencyjnego, magneto-, sono-, albo luminescencji złącz p-n w subkomórkowych strukturach. Fotony generowane w warstwie (Bs) aktywują zaś procesy chemiczne w (Bw) podtrzymując stany wzbudzone. Białko wymienne (Bw) jest więc generatorem ładunków i fotonów na drodze chemicznej, białko natomiast strukturalne (Bs) pracuje na sposób elektroniczny typowy dla półprzewodników. Warstwa białka wymiennego

byłaby uogólniając problem bioplazmą „metaboliczną” [36], natomiast białko strukturalne bioplazmą właściwą półprzewodnikom w tym wypadku ciała stałego natury białkowej. Ten ujednolicony ogląd mechanizmów życiowych daje najprawdopodobniejsze rozeznanie zagadkowej dotychczas energetyki układu biologicznego [33].

Żywy układ jest więc autogennym producentem fotonów oraz elektronów. Tak więc półprzewodząca masa związków organicznych, głównie białka, znajduje się w polu elektrycznym moderowanym falą elektromagnetyczną. Jest to chyba podstawowa i wyjściowa sytuacja w morfodynamice biologicznej. Mówiąc prościej — masa biologiczna w formie cząstek obdarzonych ładunkiem przesuwają się w polu elektrycznym przy ogólnym sterowaniu na zasadach informacji elektromagnetycznej. Należałoby więc uzasadnić możliwość istnienia poszczególnych czynników wymienionych wyżej.

1. Transport masy dokonuje się w skali molekularnej i submolekularnej jako elektrony [5], protony, jony, wolne rodniki, drobiny aminokwasów czy wreszcie białka. Te dwa ostatnie posiadają również ładunek, podlegają bowiem w polu elektrycznym elektroforezie, co w eksperymencie zostało po wielokroć udowodnione. Dryf elementów obdarzonych ładunkiem jest zresztą normalnym zjawiskiem dla półprzewodników. Półprzewodnictwo tkanek i związków biologicznie ważnych jest zaś faktem udokumentowanym.

2. Istnienie pól elektrycznych i bioprądów poza znanymi faktami z elektrofizjologii zostało ostatnio wzbogacone nowymi stwierdzeniami. Wymienić tu trzeba dwa efekty: piezoelektryczny i piroelektryczny. Piezoelektryki generują pod wpływem zmiennych sił mechanicznych (nacisk, skręcanie, rozciąganie) ładunki dając różnicę potencjału. Piroelektryki czynią to samo, lecz w stałym polu działania sił mechanicznych (typu hydrostatycznego). Te ostatnie ponadto zwalniają ładunki elektryczne pod działaniem temperatury. Piezoelektryczne właściwości wykazano dla białek [42], kwasów nukleinowych [39], wreszcie dla wszystkich tkanek zwierzęcych i roślinnych [37]. Piroelektryczne własności stwierdził Athenstaedt [3] dla kolagenu, nerwów jak również chrząstki i tkanki kostnej [20, 21]. Prawdopodobnie jest to cecha właściwa w ogóle białkom i kwasom nukleinowym, skoro wykazano dla nich cechy ferroelektryczne. Ferroelektryki są też piroelektrykami, natomiast piroelektryki z reguły piezoelektrykami. Polimery są też na ogół dobrymi piroelektrykami, przy czym wiązania wodorowe odgrywają tu znaczną rolę.

Prawdopodobnie też zmiany temperatury wywołane fotonami pochodzenia bioluminescencyjnego w zakresie od ultrafioletu do podczerwieni odbiera biologiczny piroelektryk jako różnicę polaryzacji. Na tej zasadzie są oparte piroelektryczne detektory techniczne [25].

Pola elektryczne dla elektroforetycznego przesuwania masy biologicznej nie są zapewne jedynym sposobem. Siłą transportującą mogą być również fotony. Zjawisko to nazywa się fotoforezą, przebiega ono w ośrodku płynnym lub gazowym i odznacza się rozdzieleniem kierunku cząstek — w stronę światła i przeciwnym (fotoforeza ujemna i dodatnia), przy czym ruch może się dokonywać nawet wbrew sile ciężkości. W eksperymencie wykazano ponadto magneto elektroforezę, a obliczono szczegółowe wyniki dla cząstki obojętnej elektrycznie zawieszanej w ośrodku przewodzącym [30]. Magneto elektroforezę można by z dużym

prawdopodobieństwem przypuszczać w transporcie substancji organicznych przy istnieniu pól geoelektrycznych i geomagnetycznych. Jak do-
tąd sprawa ta nie jest jednoznacznie wyjaśniona [38].

Gdyby można jeszcze było wykazać efekt fotomechaniczny w białkowych półprzewodnikach, co stwierdzono w niektórych półprzewodnikach nieorganicznych, sprawa fotoforezy miałaby jeszcze fazę przygotowawczą [10]. Efekt ten polega na rozluźnieniu spistości półprzewodnika pod wpływem światła nawet do 40—50% pierwotnej wartości. Głównie chodzi o bliską podezerwień, przy czym skutek ten nie jest następstwem działań termicznych.

3. Sił dyspozycyjnych, czyli przestrzennie zorientowanych można się na razie domyślać tylko przez analogie z układami półprzewodnikowymi technicznego pochodzenia. Poza substratem półprzewodzącym i dielektrycznym (w układach żywych będą to białka, kwasy nukleinowe, cukrowce i lipidy), istnieją też strukturalne analogie do technicznych urządzeń elektronicznych realizowane przez przyrodę w żywych ustrojach. Fala elektromagnetyczna może być prowadzona i jednocześnie spowolniona przez odpowiednie struktury półprzewodzące i dielektryczne. W ten sposób pole elektryczne fali może być modelowane. Rozważa się tu praktyczny problem oddziaływania elektronów z polem elektrycznym fali elektromagnetycznej. Inaczej mówiąc, są to elementy modelujące „morfologię” pola elektrycznego fali o dużej częstotliwości. Nazywa się je układami spowalniającymi. W ten sposób fala może być zredukowana do $1/140$ swej prędkości.

Wyróżnia się 3 sposoby spowalniania: geometryczny, dielektryczny i rezonatorowy. W układach biologicznych występują zapewne wszystkie warianty, choć w morfogenezie chodziłoby głównie o geometryczny. Konfiguracje stosowane w elektronice technicznej są zwykle urozmaicone, a więc kształtu walcowatego, śrubowe, spirale, o zarysie linii meandrującej, palcowate, radialne itp. Wszędzie występuje ten sam mechanizm — fala elektromagnetyczna poruszająca się w dielektryku oddziałuje z elektronami na styku półprzewodnika i dielektryka. Spowalniana fala jest sprzężona z wiązką elektronów „modelowaną” przez konfigurację cienkowarstwowego przewodnika. Występuje tu bowiem złącze p-n. Posiada ono określony kształt nadany linią spowalniającą. Czy linia ta będzie nałożona z przewodnika czy z półprzewodnika, zagadnienie streszcza się do tego samego — na styku powstaje złącze p-n. Identycznie rzecz przedstawia się w przypadku dwu półprzewodników o różnej charakterystyce. Wektor elektryczny fali elektromagnetycznej przyjmuje niejako kształt wyznaczony zarysem złącza p-n, inaczej mówiąc fala biegnie po linii swego sprzężenia określonego konfiguracją p-n. Linia prowadzi tutaj falę. Struktury wobec tego subkomórkowe jak mitochondria, aparat Golgiego, wyrostki endoplazmatyczne, membrany biologiczne, chloroplasty, oraz struktury molekularne jak DNA i RNA, alfa heliksowe białka mogłyby stanowić układy spowalniające [33].

Nie można jeszcze w tej chwili z pewnością orzec, czy fale mitotyczne przebiegające jedno- lub dwukierunkowo z różną prędkością w embrionie realizują się na tej zasadzie [22b], choć coraz częściej stwierdza się, że procesy życiowe dokonują się falowo.

W elektronice rozpatruje się dwojaką sytuację — oddawanie energii z fali do elektronów i odwrotnie — od wiązki elektronów do fali. Największa składowa pola elektrycznego fali elektromagnetycznej powin-

na być w kierunku biegu elektronów [7]. Zależnie od fazy fali elektrony mogą być przyspieszane lub opóźniane. Sytuacja hamowania jest równoważna z oddawaniem energii przez elektrony, odwrotnie znów — elektrony przyspieszane — pobierają energię od fali. Urządzenie może więc zamiennie pełnić funkcję wzmacniacza sygnału lub akceleratora elektronów.

Powróćmy do rys. 2, a przy nim stosowania również pojęć elektro-nicznych do biologicznych zestawów. Wyróżniamy sygnał i nośnik, falę i elektrony przy dwójakiej możliwości — przekazu energii i sygnału do elektronów, lub odwrotnie. Białko strukturalne jest ośrodkiem dielektrycznym przewodzącym pole elektryczne, białko wymienne jest dostawcą elektronów metabolicznego pochodzenia. Informacja i metabolizm są nieodłączne w żywym układzie, inna sytuacja jest niemożliwa. To chyba najistotniejsza rzeczywistość fotodynamiki biologicznej. Fotony generowane w rozmaity sposób są ściśle sprzężone z procesami chemicznymi, z drugiej znów strony mogą je stymulować lub hamować. To punkt węzłowy całej fotodynamiki biologicznej.

6. STRUKTURYZACJA I ZALEŻNOŚCI FUNKCJONALNE

Schemat rys. 2 wysuwa od razu problem struktury. Jest ona przeznaczona do wzmacniania fotonów, powielania ich w emisji wymuszonej oraz utrzymywania ustawicznej rezerwy „świeżych” elektronów pochodzenia metabolicznego. Funkcja jest więc rozłożona na obie frakcje białkowe wymienną i strukturalną. W pierwszej przeważają procesy generowania elektronów, w drugiej fotonów.

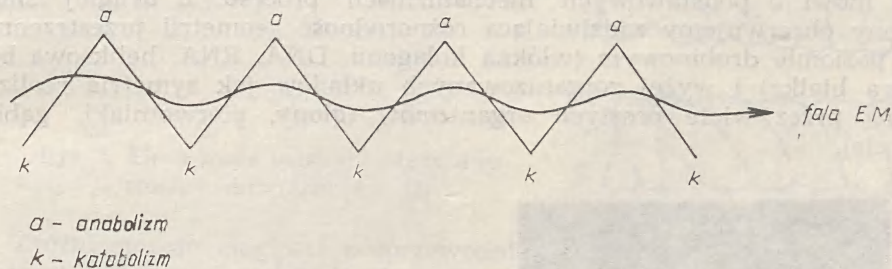
Układ biologiczny pracowałby raz na zasadach kwantowego wzmacniacza fotonów o efektach biolaserowych [33, 35], albo znów pełniłby rolę generatora elektronów przy minimalnej złożoności całego układu tak charakterystycznej dla urządzeń elektronicznych. Został tu zrealizowany najprostszy zestaw tzw. sandwiczowy czyli warstwowy z dwóch lub trzech rodzajów półprzewodnika.

Struktury sandwiczowe są nie tylko przestrzennym rozłożeniem warstw białkowych i białkowo-lipidowych, ale stanowią sytuacje elektroniczne z daleko posuniętymi konsekwencjami [41]. Minimalne założenia konstrukcyjne (dwuwarstwowość półprzewodników białkowych) miałyby duże znaczenie dla rozwiązywania wielu funkcji. Jest to cechą wszystkich urządzeń elektronicznych.

Półprzewodzące cechy związków organicznych biologicznie ważnych, zjawiska kwantowej emisji światła, procesy elektroniczne i reakcje chemiczne metabolizmu zostały w żywym układzie nie przez przypadek zespolone z odpowiednimi strukturami molekularnymi i subkomórkowymi.

Węzłowy punkt życia — elektromagnetyczna informacja i metabolizm — jako sprzężona całość wymaga nieco wyjaśnienia. Nie ulega już dziś kwestii, że informacja elektromagnetyczna jest tu podstawowa. Trudność stanowi sposób łączenia jej z reakcjami chemicznymi, a więc przekładu na informację biochemiczną. W rozważanym problemie sprzężenia między metabolizmem pojmowanym elektronicznie i fotonową sygnalizacją, trzeba dla jasności traktować oddzielnie katabolizm i anabolizm. są to bowiem dwie różne sytuacje elektroniczne. Prawdo-

podobnie rzecz wygląda następująco: a) jeśli fala elektromagnetyczna oddaje energię elektronom, wzrasta proces syntezy chemicznej (anabolizm), b) jeśli elektrony oddają energię fali przeważa katabolizm, czyli dokonuje się jednocześnie „chemiczna generacja” elektronów. Nowa sytuacja oddawania energii do fali uaktywnia następną fazę metabolizmu. W ten sposób naprzemianległa sytuacja anaboliczno-kataboliczna przesuwana się jako fala przemiany materii przez żywy układ rys. 3. W rzeczywistości albo sygnał oddaje energię elektronom, albo te znów na przemian zasilają energetycznie falę elektromagnetyczną.



Rys. 3. Na rytmikę anaboliczno-kataboliczną nakładają się procesy elektromagnetyczne. Łącznie tworzą one funkcję materii określaną jako życie

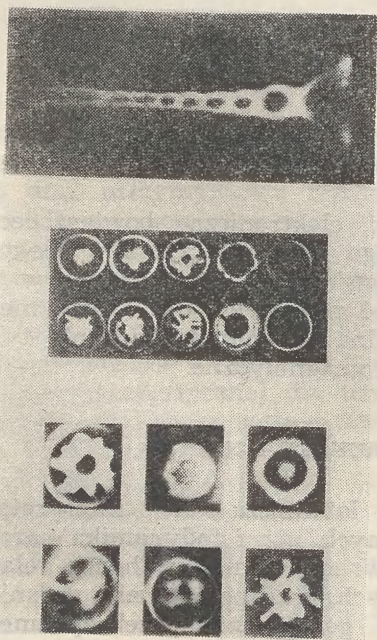
Uwarunkowania są tutaj podstawowe, elektroniczne bowiem cechy metabolizmu ukształtowały się od samego początku życia w elektromagnetycznym zespole czynników środowiskowych. Jednocześnie w tak pojmowanej fotodynamice należy widzieć przyczynę, dla której metabolizm stanowi w organizmie funkcjonalną całość reagującą nie tylko na bodźce chemiczne, ale również elektromagnetyczne.

7. BIOENERGETYKA STRUKTURALNA

Fotodynamika „metaboliczna” jest łatwiejsza dla interpretacji w świetle nowszych ujęć bioelektronicznych niż fotodynamika „architektoniczna”, a więc kształtotwórcza. W tę ostatnią wchodzi relacje geometrii przestrzennej, sił dyspozycyjnych, transportu masy organicznej, sterowania i realizowania modelu genetycznie przekazywanego. Geometria przestrzenna wynika niejako z natury materii i sił nią rządzących. Najłatwiej obserwuje się to w stanie plazmy. Schematycznie ale jednocześnie poglądowe pojmowanie procesów życiowych daje koncepcja bioplazmy wypracowana na gruncie polskim [33, 36]. Jest ona konsekwencją elektronicznych cech układów biologicznych. Traktowanie procesów chemicznych po uśrednionych stanach elektronicznych w półprzewodzącym środowisku białkowym odpowiada chyba najbardziej pojęciu plazmy biologicznej branej przez analogię z plazmą fizyczną. Pod wpływem różnych sił, nie wyłączając mechanicznych, tym bardziej elektromagnetycznych, powstają charakterystyczne konfiguracje plazmy. Kontinuum plazmowe różnicuje się geometrycznie dając tzw. pinch w wyniku efektu samozaciskania czyli samoograniczenia plazmy.

Pinch nie jest wyłącznie efektem technicznie otrzymywanym przy gorącej plazmie i szybko narastającym polu. Od teoretycznej strony nie został on jeszcze zupełnie opracowany. Techniczna droga nie wydaje się tylko jedyną w przyrodzie. W biologicznym układzie warunek szybko narastającego pola obserwuje się w podziale komórkowym już w profazie z dwoma bardzo charakterystycznymi skutkami: energetycznej i przestrzennej reorganizacji komórki oraz emisji fotonów w zakresie ultrafioletu (promieniowanie mitogenetyczne).

Wiemy obecnie, że przestrzenne zróżnicowanie dokonuje się w żywym ustroju na podstawie genetycznego uwarunkowania. Nic to jednak nie mówi o podstawowych mechanizmach procesu. Z drugiej znów strony obserwujemy zadziwiającą różnorodność geometrii przestrzennej na poziomie drobinowym (włókna kolagenu, DNA, RNA, heliksowa budowa białka) i wyżej zorganizowanych układów jak symetria realizowana przez wiele prostych organizmów (glony, pierwotniaki, gąbki, korale).

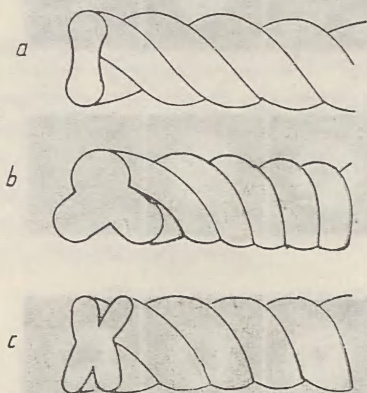


Rys. 4. Pinch tworzy kształty przypominające struktury biologiczne. Według: Bodin, Green, Niblett, Peacock — górny, Kwarzchawa — środkowy, Josephson — dolny [2]

Nie przesadzając słuszności wzmiankowej sugestii pinch przypomina niekiedy do złudzenia najprimitywniejsze struktury organiczne rys. 4. Konfiguracje pinchów dają też bardziej skomplikowane zespoły jak utwory dwu-, trój- i czterosrubowe rys. 5 [2]. Ta struktura jest w biologii reprezentowana przez włókna kolagenu, drobiny DNA, alfa heliksową budowę białek.

Zależności konfiguracyjne nie wydają się tutaj przypadkowe. Już pierwsze próby interpretowania pasma przewodzenia i walencyjnego w półprzewodnikach jako plazmy [16, 46] stają się interesujące również z biologicznego stanowiska. Koncepcja bioplazmy uzupełnia ten punkt widzenia. Zróżnicowanie cytologiczne i histologiczne łączyłoby się

z uprzednim zróżnicowaniem typu plazmowego, a więc z czymś w rodzaju „pinchów” w białkowym półprzewodniku.



Rys. 5. Pinch może tworzyć układy dwu-, trój- i czterośrubowe [2]

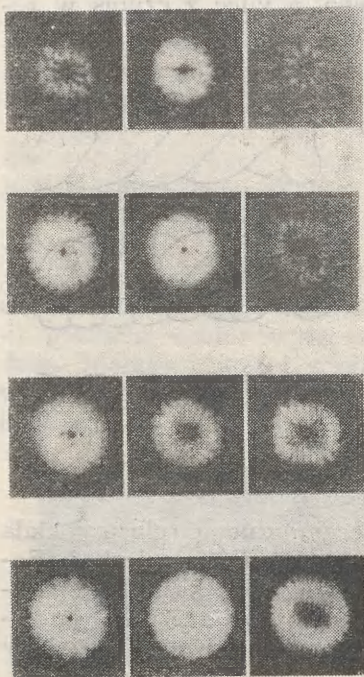
Zróżnicowanie ciągłości półprzewodnika organicznego (plazmy ciała stałego) byłoby tu podstawowym etapem ewolucji morfologicznej. Rodzaje pinchów wyczerpują mniej więcej możliwości kształtu spotykane w biologii. Czynniki, które zadecydowały ostatecznie o przestrzennym i funkcjonalnym zróżnicowaniu masy białkowej, należałoby poszukiwać w samej naturze układu.

Geometryczne zróżnicowanie bioplazmy jako pewnego kontinuum materii, co jest równoznaczne z ilościowym zróżnicowaniem metabolizmu i procesów elektronicznych, mogłoby się dokonywać na podstawie samoograniczenia w formie pinchu. Byłoby to o tyle jeszcze usprawiedliwione, że stwierdzono możliwość tworzenia pinchów również w plazmie ciała stałego [1]. Samoograniczenie plazmy wymaga dostarczenia energii i to w formie szybko narastającego natężenia.

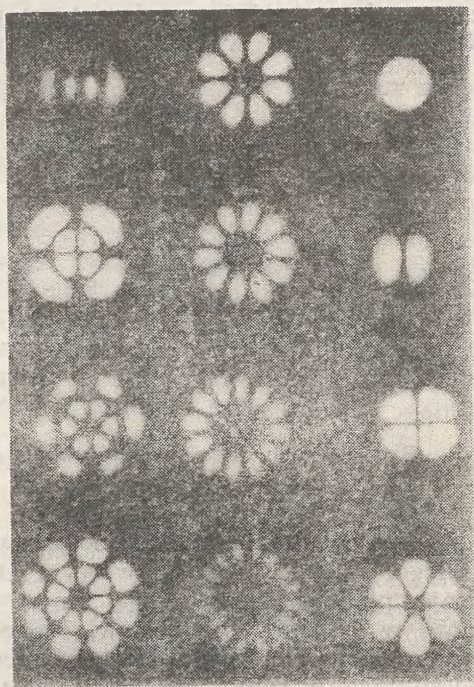
Wśród czynników samoograniczania bioplazmy i tworzenia pinchów jedynie możliwy wydaje się sposób przestrzennej strukturyzacji pod działaniem modów światła laserowego autogenne pochodzenia. Mody stanowią bowiem system drgań stojących wiązki laserowej przyjmujący bardzo charakterystyczne kształty [15, 26] rys. 6, rys. 7. Ponieważ zjawiska laserowe w układach biologicznych wydają się dostatecznie uzasadnione [33, 35], różnicujący wpływ modów na bioplazmę wydawać się może również usprawiedliwiony i podstawowy.

Ewentualna zdolność tworzenia pinchów i mody światła laserowego stanowiłyby w żywych układach wstępne założenia zróżnicowania półprzewodnika organicznego i morfogenezy dokonywanej na zasadach fotodynamicznego oddziaływania w białkowym substracie. Przekładając to na język metaboliczny — każdy mod światła dawałby zróżnicowane efekty stanów plazmowych według określonej modem geometrii. W rezultacie dawałby „ustrukturyzowaną” przemianę materii. Zróżnicowanie przestrzenne łączy się z jednoczesnym zróżnicowaniem metabolizmu, punkty węzłowe bowiem stojącej fali modów przedstawiają inną gęstość energii promienistej niż międzywęzła.

Jest to wprawdzie rekonstrukcja morfodynamiki biologicznej, jednak oparta na szerokim zestawie faktów doświadczalnych znanych z fizyki ciała stałego. Prawdopodobnie analogiczne sytuacje realizują się w ży-



Rys. 6



Rys. 7

Rys. 6. Różnorodność modów światła laserowego [15]

Rys. 7. Schematycznie przedstawione mody światła laserowego wykazują analogię z symetrią układów biologicznych [26]

wych urządzeniach przy elektronicznych cechach substancji białkowej. W bezpośrednim eksperymencie udowodnić się tego na razie nie da w biologii. Przez analogię jednak elektronicznych właściwości ożywionej materii z technicznymi układami elektroniki półprzewodnikowej i przy uwzględnieniu postulatu łącznego rozpatrywania bioelektroniki z biochemią próba odtworzenia mechanizmów morfodynamiki wydaje się uzasadniona z dużym prawdopodobieństwem.

Morfodynamika nie jest wyróżnionym kierunkiem akcji określanej życiem, lecz wchodzi w jego istotną treść łącznie z metabolizmem, procesami elektronicznymi, transportem masy i siłami sterującymi. Zespół reakcji chemicznych określany metabolizmem stanowi tło dla procesów elektronicznych o swoistej ekonomice sił. Minimalne bowiem domieszki chemiczne w półprzewodniku białkowym, powodują duże zmiany elektroniczne, nieznaczne natomiast siły dokonują poważnych przesunięć masy i modelują ją na właściwe struktury. Nie tylko reakcje chemiczne są rozbite na etapy enzymatycznego katalizowania. Procesy elektroniczne razem z transportem masy, emisją fotonów i siłami sterującymi posiadają także własny rytm biologiczny.

Od reakcji chemicznych pochodzi podstawowa masa biologiczna, elektroniczne natomiast cechy tej masy dają siły elektryczne i generują fotony. Energia elektromagnetyczna aktywuje znów przebieg reakcji

chemicznych, powoduje transport masy i spełnia rolę czynnika koordynującego całość funkcji życiowych. Rozgraniczenie mechanizmów chemicznych i elektronicznych jest dwutorem naszych badań, nie wynika ono z natury życia.

I tak powstałby zarys morfodynamiki biologicznej, która łączy morfologię z podstawowymi procesami kwantowymi, dyspozycyjnymi siłami, polowym sterowaniem transportu półprzewodzącej masy organicznej związków białkowych, z ostatecznym uwarunkowaniem w metabolizmie.

Morfodynamika organiczna sprowadza się w rezultacie do fotodynamiki strukturalnej z jej przejawami chemicznymi, elektronicznymi i mechanicznymi. W morfologii stwierdzamy jedynie końcowe wyniki biologicznych procesów kwantowych w skali makroskopowej.

LITERATURA

- [1] Ancker-Johnson B., Cohen R. W., Glicksman M. — *Properties of Injected Plasma in Indium Antimonide*. Physical Review 124, 1745, 1961.
- [2] Arzimowitsch L. A. — *Gesteuerte Thermonukleare Reaktionen*. Berlin 1965.
- [3] Athenstaedt H. — *Permanent Longitudinal Electric Polarization and Pyroelectric Behaviour of Collagenous Structures and Nervous Tissue in Man and other Vertebrates*. Nature 228, 830, 1970.
- [4] Barenboim G. M., Domański A. N., Turoverov K. K. — *Luminescence of Biopolymers and Cells*. Plenum Press New York — London 1969.
- [5] Bullock F. J. — *Transfer of Charge in the Organic Solid State*. In: Florin M. (Ed.) *Comprehensive Biochemistry*. Bioenergetics. vol. 22, 149, 1967.
- [6] Cherry R. J., Champan D. — *Effect of Gases on the Electrical Conductivity of β -Carotene*. Nature 215, 956, 1967.
- [7] Czarczyński W. — *Lampy mikrofalowe*. Warszawa 1971.
- [8] Gerisch G. — *Periodische Signale steuern die Musterbildung in Zellverbänden*. Naturwissenschaften 58, 430, 1971.
- [9] Gillies N. E., Brown D. — *Morphological and Biochemical Effects of Chloramphenicol on Ultraviolet Irradiated E. Coli B and E. Coli B/R*. Intern. Congress of Photobiology. Hanover Gh-7, 1968.
- [10] Görlich P. — *Photoeffekte*. Leipzig Bd. 3, 1966.
- [11] Gumiński K. — *O pewnej fizykochemicznej hipotezie roboczej w stosowaniu teorii pasmowej do kryształów organicznych*. Roczniki Chemii 31, 255, 1957.
- [12] Haber A. H., Thompson P. J., Walne P. L., Triplett L. L. — *Light-retardation of functional and ultrastructural chloroplast deterioration independent of photosynthesis*. Intern. Congress of Photobiology. Hanover. Ee-1, 1968.
- [13] Harris R. A., Williams C. H., Caldwell M., Green D. E., Valdivia E. — *Energized Configuration of Heart Mitochondria in situ*. Science 165, 700, 1969.
- [14] Hillman W. S. — *Spectrophotometric Phytochrome and Physiological Phytochrome*. Intern. Congress of Photobiology. Hanover Fb-3, 1968.

- [15] Kleen W., Müller R. *Laser*. — Berlin — Heidelberg — New York 1969.
- [16] Klein C. A. — *Radiation Ionization Energies in Semiconductors: Speculations about the Role of Plasmons*. Proceedings of International Conference on the Physics of Semiconductors. Journal of Physical Society of Japan 307, 21 Supl., 1966.
- [17] Koecke H. U. — *Die frühe Differenzierung erster Melanocyten beim Entenembryo*. *Experientia* 7, 294, 1957.
- [18] Kroh J. — *Chemiluminescencja w fazie ciekłej*. Ł.T.N. Łódź 1960.
- [19] Laetsch W. M. — *The light-induced development of dimorphic chloroplasts*. Inter. Congr. Photobiology. Hanover, Ee-7, 1968.
- [20] Lang S. B. — *Pyroelectric Effect in Bone and Tendon*. *Nature* 212, 704, 1966.
- [21] Lang S. B. — *Thermal Expansion Coefficients and the Primary and Secondary Pyroelectric Coefficients of Animal Bone*. *Nature* 224, 798, 1969.
- [22] Litwin F. F., Zwaliński W. J. — *Poluprowodimost fotosintetyczeskich struktur i jeje swiaż s fotosintezom*. *Biofizika* 16, 420, 1971.
- [22a] Łukiewicz S. — *Polar Action of Electric Fields on Living Organisms*. *Folia Biologica* 10, 5, 1962.
- [22b] Mahlberg P., Sabharwal P. — *Mitotic Waves in Laticifers of Euphorbia marginata*. *Science* 152, 518, 1966.
- [23] Mamiedow T. G., Popow J. A., Koniew W. W. — *Swierchśląboje swiecenije razlicznych organizmow*. *Biofizika* 14, 1047, 1969.
- [24] Mohr H. — *Introductory Lecture on Photomorphogenesis*. Intern. Congress of Photobiology. Hanover, Fa-1, 1968.
- [25] Persak T. — *Detektory piroelektryczne*. *Postępy Fizyki* 23, 417, 1972.
- [26] Piekara A. H. — *Nowe oblicze optyki*. Warszawa 1968.
- [27] Popow G. A., Tarusow B. N. — *O prirode spontannoj luminescencji tkaniej żywotnych*. *Biofizika* 8, 317, 1963.
- [28] Rastogi R. P., Yadawa K. D. — *Generation of chemical waves*. *Nature — Physical Science*, 140, 19, 172 (za: Jakutowicz K. *Kosmos* A, 3, 321, 1973).
- [29] Regan D. J., Cook J. S. — *Photoreactivation among the classes of vertebrates*. Intern. Congress of Photobiology. Hanover Bi-6, 1968.
- [30] Rice C. L., Whitehead R. — *Electromagnetophoresis of Charged Particles*. *Journal Chem. Physics* 41, 202, 1964.
- [31] Rosenberg B. — *Photoconduction Activation Energies in cis-trans-Isomers of β -Carotene*. *J. Chemical Physics* 34, 63, 1961.
- [32] Sedlak W. — *ABC elektromagnetycznej teorii życia*. *Kosmos* A. 2, 165, 1969.
- [35] Sedlak W. — *Laserowe procesy biologiczne*. *Kosmos* A. 5, 533, 1972.
nych. *Kosmos* A, 2, 143, 1970.
- [34] Sedlak W. — *Magnetohydrodynamika biologiczna w zarysie*. *Kosmos* A, 3, 191, 1971.
- [35] Sedlak W. — *Laserowe procesy biologiczne*. *Kosmos* A. 5, 533, 1972.
- [36] Sedlak W. — *Plazma fizyczna jako podstawa bioenergetyki*. *Roczniki Filozoficzne* 3, 125, 1972.
- [37] Shamos M. H., Lavine L. S. — *Piezoelectricity as a Fundamental Property of Biological Tissues*. *Nature* 213, 267, 1967.
- [38] Spanner D. C. — *Transport in the Phloem*. *Nature* 232, 157, 1971.
- [39] Stanford A. L., Lorey R. A. — *Evidence of Ferroelectricity in RNA*. *Nature* 219, 1250, 1968.
- [40] Thornton R. M. — *The Use of Electron Microscopy in the Study of Phototropism*. Intern. Congress of Photobiology. Hanover Ja-2, 1968.

- [41] Trissl H. W., Läger P. — *Photoelectric Effects in Thin Chlorophyll Films*. Zeitschr. f. Naturforschung 25 b, 1059, 1970.
- [42] Vasilescu D., Cornillon R., Mallet G. — *Piezoelectric Resonances in Aminoacids*. Nature 255, 635, 1970.
- [43] Winfree A. T. — *Spiral Waves of Chemical Activity*. Science 175, 634, 1972.
- [44] Władimirow J. A., Litwin F. F. — *Issledowanije swierchslabych swieczanii w biologiczeskich sistemach*. Biofizyka 4, 601, 1959.
- [45] Worobiew N. A., Iniuszin W. I. — *K analizu ultrastruktury pieczennii pri diejstwi monochromaticzeskogo swieta*. W: Woprosy bioenergetiki. Alma-Ata 13, 1969.
- [46] Zaręba A. — *Die β -Leitfähigkeit von Germanium in Bereich der mittleren Energien der bombardierenden Elektronen*. Proceedings of International Conference on Semiconductor Physics Prague 476, 1961.

Na marginesie dziełka L. von der Pijla: *The principles of dispersal in higher plants*, 1972.

Nieduże dziełko L. von der Pijla pt.: *The principles of dispersal in higher plants*, 1972 r. przeczytałem z zaciekawieniem rosnącym w miarę czytania i z dużą przyjemnością.

Owoce i nasiona zdumiewają i urzekają bogactwem form, barw, zapachów i smaków — równym nieomal bogactwu kwiatów.

Nie trzeba być pilnym badaczem, ale po prostu człowiekiem ciekawym przyrody, aby stwierdzić i tym się zainteresować. Nie trzeba być malarzem — a setki natur martwych malowane często przez największych świadczą o tym, aby odczuć i że te dary przyrody od ciężkich dojrzałych gron do unoszonych wiatrem puchów, mogą być źródłem głębszych przeżyć estetycznych. Owa zmienność jest tak duża, iż już dawno opracowywano systemy klasyfikacyjne — wprowadzające jakiś ład i ułatwiające orientację.

Tego typu morfologiczne klasyfikacje zaspokajały w jakimś stopniu nasze pragnienie ładu, ale nie miały wpływu na pytanie, czemu owo bogactwo form służy — jakie spełnia zadania. Obserwacja sama narzucała mniemanie, iż cała owa zmienność wyraża określony cel a mianowicie — w sposób mniej lub bardziej doskonały rozwiązuje zadanie rozsiewania nasion, a różnice są wynikiem adaptacji wytworzonych pod kątem spełniania tego zadania. Obserwacje również wskazują, że owo zadanie — cel — może być rozwiązywany w sposób również doskonały na różnych drogach.

I po drugie — jako że od 100 lat nauczani jesteśmy myśleć ewolucyjnie, a więc i historycznie, owe różnice mogą również wyrażać prostsze, mniej sprawne jak i bardziej sprawne systemy, stopniowo ukształtowane w czasie (drogą metody prób i błędów). Może wypada złożyć tu od razu pewne wyjaśnienie (a nie usprawiedliwienie) z racji użycia wyrazu „cel” co sugeruje teleologiczne podejście.

Niewątpliwie, że ów „celowy” charakter tak wielu cech nasion i owoców sprawia, że cała ta dziedzina była jedną z tych, gdzie toczyły się utarczki zwolenników i przeciwników „celowości” w naturze, jak i „adaptacji” bezpośrednich, zrodzonych z potrzeby. Toczyły raczej kiedyś — dzisiaj zacichły, tracąc swój dawny sens. O „celowości” w dawnym jej ujęciu nie mówimy po prostu z racji, iż wszelkie finalistyczne ujęcia wykraczają poza możliwości dowodu, a więc wychodzą poza ramy nauki. Godzimy się natomiast na rodzaj teleonomii (używając terminu Monoda) a więc na założenie, iż organizm jest strukturą zaprogramowaną.

Oparcie dla tej hipotezy zakotwiczone jest w biologii molekularnej, ale naturalnie wyrastając z niej przerasta ją, dotyka owej koordynacji całościowej organizmu, o której wiemy wciąż niewiele, mimo iż widzimy ją wszędzie w nas i dookoła, mimo iż jest „nicią przewodnią” ontogenezy jako rozwijania się programu w określonej sekwencji, czasowo przestrzennej w sposób, który w swej treści i w tejże sekwencji przekazywany jest z pokolenia na pokolenie. Stąd zwracając do tematu wymienionej książki również można spokojnie przytoczyć następujące zdanie v. d. Pijla: „In this book we have to study the ways and means which the higher plants employ to reach, with their newly developed dispersal organs, sites where a new generation can be established. More specifically this

involves the methods used to keep their descendants separated in space and to provide each with its own sites where it can compete with other plants: it also concerns the methods employed to defend the future of the species by exploring new territories particularly following climatic fluctuations or conversely to maintain a foothold on a favourable site..."

W owym ciągu pokoleń, którego utrzymanie wydaje się być podstawowym programem indywiduum, u roślin jako organizmów przytwierdzonych do podłoża, rozsiew nasion jest zadaniem o dużym znaczeniu.

Jak wspomniałem, jeżeli przyjąć — a jest to chyba słuszne — iż „program rozsiewania” rozwija się stopniowo, a z drugiej strony na wielu drogach to: konkretne formy, właściwe tym czy innym roślinom, odbijać będą i historię i stopień i charakter specjalizacyjnych przystosowań...

V. Pijl zwraca uwagę, iż należy być bardzo ostrożnym w ustawianiu tych ciągów charakteryzujących się lepszymi czy gorszymi sposobami rozsiewu... albowiem specjalizują się one i krzyżują i ten sam czy zbliżony „typ” może się okazać raz postępem, a drugi raz regresem.

Można na przykład sądzić i słusznie, iż pierwotnym niedoskonałym mechanizmem byłby np. taki, gdy owoc spada z drzewa kierowany jedynie siłą ciężkości, nie posiada żadnego mechanizmu wyzwalającego nasiona, a te wydostać się zeń mogą dopiero po zgnieciu owocu. Ale gdy pericarpium staje się mięsiste, barwne, soczyste i smaczne, to skrzydlaci amatorzy takich owoców są liczni, o czym wiedzą wszyscy, którzy mają w ogrodzie wiśnie czy czereśnie.

Można na przykład sądzić — i tego rodzaju rozumowania były robione, że np. jednonasienne owoce są bardziej pierwotne od wielonasiennych, że np. te, których łupina nasienna jest barwna są bardziej pierwotne niż te, u których „troska” o przynętę przeszła na owoce z racji tej, iż owoc jest tworem późniejszym niż nasiona. Albo że niezrośnięte lub też rozdzielające się po zapłodnieniu owocolistki są typem bardziej pierwotnym — podobnie jak nasiona bezbielmowe. Te przypadki można by mnożyć — jak i inne świadczące o daleko posuniętej „przemysłowości” np. o zachowaniu dwubarwności — nasion i arillusa jak u naszej trzmieliny. Albo elajosomów u myrmekochorów będących przynętą. Czy też trafiających się takich wypadków jak u niektórych *Paeoniaceae*, gdy rozwijają się obok płodnych nasiona sterylne, inaczej ubarwione, służące jako przynęta dla ptaków. Wszystkie te sposoby — krzyżujące się, wielorakie, istnieją w ogromnej liczbie wariantów. Zapewne wiatropylne charakteryzują się raczej tym, iż są lekkie, mają często urządzenia zwiększające ich lekkość, czy sterownicze — skrzydlate. Są zazwyczaj mniejsze. Te, które przenoszone są biernie przez wiatr są czepne lub lepkie. Najbardziej różnorodne są te, które roznoszą ptaki czy mrówki.

Dodatkowy „program” powstaje, gdy nasiona przechodzą przez przewód pokarmowy, bo mają nie być strawione. Gdy się stwierdzi, że większość traci przy tym siłę kiełkowania, to i tak należy być ostrożnym we wnioskowaniu o nieekonomiczności takiego rozwiązania. Stwierdzono na przykład, że u *Rumex* czy *Lithospermum* po przejściu przez przewód pokarmowy gołębi czy kur — zaledwie 4% nasion jest nietkniętych a tylko 1% kiełkuje — nie mniej kiełkuje, co może wystarczyć. Ten, kto ma w oczach — zasłane wełnistymi nasionami topoli alejki topolowe — i przy tym wie, jak tracą one szybko siłę kiełkowania — może mieć zarówno powód do zadumy nad rozrzutnością czy niedoskonałością natury, jak i powód do rozważań, iż naszym ujęciem „korzystnych przystosowań” antropomorfizujemy zbyt często w sposób, który nam wydaje się słuszny.

W książce swej v. d. Pijl omawia ekologię rozsiewania, a więc i sprawność z jaką program rozsiewania realizują owoce i nasiona danego gatunku. Jednocześnie autor podkreśla, że byłoby „pułapką” i uproszczeniem rozpatrywać funkcję

lupiny nasiennej czy owocu, tylko pod tym kątem, gdy mają one równocześnie do spełnienia inne zadanie, nie mniej ważne i istotne. Jeżeli chodzi o łupinę nasienną, to ochrania ona zarodek (a również i bielmo w nasionach z bielmem), izolując go od różnego rodzaju oddziaływań zewnętrznych chemicznych czy fizycznych czynników, od mechanicznych uszkodzeń, umożliwiając przetrzymanie niekorzystnych warunków bez straty siły kiełkowania... tylko że oba te „programy” ochrony i rozsiewu na ogół nie są jednocześnie rozwiązywane w sposób zbliżony do optymalnego. Co się tyczy owocu, to niektórzy badacze jak np. Gindel (1966) uważali, że główna funkcja owocu związana jest z procesami dojrzewania nasion i kiełkowania, a funkcje spełniane przy rozsiewie za wtórne, wręcz przypadkowo łączące się. Jako dowód przytacza się m.in. fakt, że nasiona z przedwcześnie umarłych czy chorych owoców — kiełkują źle.

V. d. Pijl przypisuje — i chyba słusznie — owocom ogromną, coraz bardziej podstawową rolę przy rozsiewie, wzrastającą w miarę ewolucji. Ale właśnie to „w miarę ewolucji” oznacza, iż funkcje owocu rozrastały się stopniowo przyjmując na siebie głównie zadanie rozsiewu, szczególnie gdy zwiększał się udział ptaków jako „rozsiewaczy”. V. d. Pijl uważa — i ma chyba rację — iż owe zadania lupiny nasiennej jak i owocu nie korelują się funkcjonalnie z rozwojem zarodka, ale że obie te części nasienia i również owoc zachowują swoją autonomię, na co mamy szereg przykładów jak np. kiełkowanie nasion — mimo niedojrzałości owoców czy odwrotnie — słabe jeszcze zróżnicowanie zarodka mimo osiągnięcia przez nasienie i owoc fazy gotowości do rozsiewu. Gdy chodzi o owoc, zwraca uwagę ów „hiatus” funkcjonalny między programem fizjoeologicznym załączni a dojrzalego owocu. Pierwszy (załączni) łączy się z ochroną delikatnego załączka jak i ochroną i regulacją procesu zapylania. Drugi — z rozsiewem, częściowo z kiełkowaniem nasion. Okres środkowy, związany z rozwojem owocu z załączni jest ekologicznie neutralny, może i więcej, używając wyrażenia v. d. Pijla „it is a nuisance”.

Program związany z załącznią jest ewolucyjnie wcześniejszy, rola owocu w rozsiewie stopniowo się nasila a maleje nasienia (okrywy nasiennej). Mimo różności programów istnieje przecież ontogenetyczna ciągłość w procesie przekształcania się załączni w owoc. Że istnieje pewien wpływ załączni na owoc to wydaje się jasne... co więcej, nie jest to oddziaływanie jednokierunkowe, ale stwierdzalne są interakcje między oboma układami: załącznia — załączek — kwiat i nasienie — owoc (v. d. Pijl podaje np., że na anatomię załączka może mieć wpływ struktura nasienia).

* * *

Staralem się coś niecoś opowiedzieć o książce v. d. Pijla, aby zachęcić do jej przeczytania. Jest tak ciekawa, a temat tak rzadko poruszany, iż warta byłaby przetłumaczenia, aby szerszemu gronu tych co interesują się przyrodą, w tym i rolnikom, ją udostępnić.

I to pomimo iż w rolnictwie idzie się często w odwrotną stronę starając się ograniczyć czy zmieniać naturalne sposoby rozsiewania. Ujemne często z punktu widzenia plonu i przejąć „troskę” o kontynuację uprawianych gatunków w swoje ręce. Na tym odcinku sukcesy hodowli roślin są dość duże. Mniejsze są natomiast w walce z chwastami, gdzie wygrywamy bitwę nie odnosząc zwycięstwa. Różne są bowiem przystosowania chwastów, również związane z ekologią rozsiewu, dzięki którym towarzyszą one nam, idą za nami czy z nami, wbrew naszym chęciom.

Adam Kołataj, Halina Krzanowska, Napoleon Wolański. *Biologiczne podstawy heterozji* wyd. przez Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1973.

W roku 1973 ukazała się książka A. Kołataja, H. Krzanowskiej i N. Wolańskiego pt. *Biologiczne podstawy heterozji*. Specjaliści i hodowcy znają heterozję jako zjawisko biologiczne wykorzystywane w szerokiej praktyce hodowlanej w celu otrzymania większej wydajności produktu hodowlanego w odniesieniu do niemal wszystkich gatunków zwierząt domowych i uprawianych roślin. Wiedzą więc jak potrzebna była taka publikacja, przybliżająca zagadnienie hybrid vigoru szerszemu czytelnikowi i jak mało było doniesień na ten temat w literaturze krajowej. Dlatego też bardzo dobrze się stało, iż Redakcja Państwowego Wydawnictwa Naukowego wydała tę potrzebną i poszukiwaną pozycję, pierwszą w języku polskim opracowaną tak obszernie.

Zagadnienie heterozji jako zjawiska przyrodniczego jest do dzisiaj dość tajemnicze. Lepsze wartości cech produkcyjnych u mieszańców, takich jak szybszy wzrost, przyrosty ciała, dojrzewanie płciowe i somatyczne, większa odporność na choroby i lepsze zdolności adaptacyjne, większa płodność itp. są znane praktykom hodowcom i pod tym kątem prowadzą oni rozległą pracę hodowlaną. W przemysłowej hodowli świń i drobiu na ogromną skalę wykorzystuje się krzyżowanie międzyrasowe czy międzyliniowe właśnie w celu otrzymania efektów heterozji a przez to ekonomicznego potanienia danego produktu, mięsa, tłuszczu czy jaj. W niektórych państwach, np. w USA, opracowano specjalne metody selekcji dla otrzymania linii dających największą „zdolność kombinacyjną” i linie te chronione są zastrzeżeniami patentowymi.

Jednakże strona teoretyczna zagadnienia nie jest wyjaśniona i mamy tu stosunkowo rzadko spotykany przypadek tak dalekiego wyprzedzenia teorii przez praktykę. Istnieje ogromna konieczność poznawania nie tylko praktycznych efektów heterozji, ale przede wszystkim jej genetycznego i fizjologicznego podłoża, rozszyfrowania procesów, które do niej prowadzą i stanowią o lepszych cechach mieszańców.

Omaiwana książka bardzo przybliży te zagadnienia i choć nie daje oczywiście żadnych recept co do metod otrzymywania najbardziej wartościowych mieszańców, bo ich dać nie może, grupuje aktualny i współczesny przegląd dorobku w tym zakresie.

Składa się ona z czterech rozdziałów napisanych przez specjalistów w swoim zakresie a mianowicie — genetycznych podstaw heterozji, fizjologicznych podstaw heterozji i ewolucji oraz heterozji u człowieka. Pozostaje żałować, że nie ma w książce rozdziału o heterozji u roślin, przecież od nich wywodzą się pierwsze teoretyczne prace w tym zakresie. O ile wiadomo autorowi niniejszych uwag zagadnienie heterozji u roślin i zwierząt będzie poruszane w następnych publikacjach.

Wspomniane rozdziały zawierają cały przegląd badań nad heterozją i prób jej interpretacji w różnych kierunkach. Zjawisko „dolewania świeżej krwi” było praktykowane już w początkach hodowli zwierząt a szkodliwe skutki chowu w pokrewieństwie także zauważono dość dawno, nawet u ludzi — stąd we wszystkich prawie państwach opracowano zakazy prawne zawierania małżeństw nawet między dalszymi krewnymi.

Genetyka heterozji nie jest wyjaśniona do dziś, choć przedstawiono kilka hipotez usiłujących tłumaczyć to specyficzne współdziałanie genów, jak choćby np.

hipoteza dominowania, naddominowania „słabego ogniwa”, genetycznego balansu, interakcji somatycznej itp. Poglądy te są obszernie omówione i dyskutowane, oparte na ponad 500 pozycji liczącym piśmiennictwie. Na uwagę zasługuje tu część rozdziału poświęcona krzyżowaniu międzygatunkowemu u zwierząt. Autor opracowania nie ogranicza się tylko do referowania danego poglądu, ale dyskutuje z nim szczegółowo i usiłuje uwagi swoje rozciągnąć na czytelnika przedstawiając mu do przemyślenia pewne sugestie.

Bardzo interesujący, bo zawierający znacznie więcej nowości, jest rozdział drugi o fizjologicznych podstawach heterozji. Autor, przedstawiając dorobek piśmiennictwa w tej dziedzinie, oparty także na ok. 600 pozycjach, wysunął własną hipotezę zjawiska heterozji opartą o regulację przemian energii na poziomie komórkowym. Autor, opierając się o wymienioną literaturę oraz badania własne i zespołów współpracujących mógł stwierdzić, że nie ma jednolitego i jednoznacznego kryterium heterozji u zwierząt.

Według autora zjawisko zwiększonej żywotności i produkcyjności hodowlanej mieszańców ma nie statyczne a dynamiczne podłoże, prawdopodobnie inną relację metabolitów i tempa wytwarzania energii.

Osobniki wytwarzając więcej energii na jednostkę czasu miałyby niższe progi pobudliwości na metabolity energetyczne i substancje sterujące już na poziomie komórkowym. Być może jest to koncepcja słuszna i fizjologicznych przyczyn heterozji należy szukać w tym właśnie kierunku, być może nie da się tak prosto poglądu tego poddać weryfikacji, w każdym razie wydaje się, że jest to koncepcja bardzo interesująca.

Wymieniony rozdział zawiera bardzo obszerne omówienie badań z tej dziedziny, prowadzonych szczególnie intensywnie w Związku Radzieckim i w odniesieniu do większości gatunków zwierząt hodowlanych. Trzeba podkreślić, że fizjologiczne badania nad mechanizmem heterozji są nowe i dopiero wchodzi w swój intensywny rozwój. Na uwagę zasługuje obszerny przegląd zjawiska wybujałości w odniesieniu do zmienności immunogenetycznej przede wszystkim u świń.

Heterozja człowieka jest dla czytelnika rozdziałem interesującym z wiadomych powodów. Autor zwraca uwagę na liczne ciekawostki nie znane szerszemu ogółowi czytelników oraz zapoznaje z ciekawymi badaniami i eksperymentami prowadzonymi w licznych krajach. Rozdział ten jest bardzo bogaty w wykresy i zestawienia aczkolwiek niektóre tezy autora są kontrowersyjne czy bardzo dyskusyjne, zwłaszcza te, które opierają się na krzyżowaniu osobników spędzających dzieciństwo w rejonach oddalonych i zbliżonych geograficznie.

Rozdział IV w sposób krótki, ale niezwykle przystępny zapoznaje nas z heterozją interpretowaną na tle ewolucji. Zaczyna się on omówieniem niektórych relacji chromosomowych i aberacji oraz omówieniem możliwości powstawania na tym tle korzystnych relacji genowych mogących dać efekty heterozyjne. W ujęciu zagadnienia i dyskusji znać wielką wprawę i mistrzostwo autorki.

Oczywiście, pomimo że całość została wydana w dość przyjemnej szacie graficznej i w przystępnie skalkulowanej cenie nie ustrzeżono się pewnych błędów. I tak, w kilku wypadkach przekształcone są nazwy zwierząt, w rozdziale III niektóre pojęcia niezrozumiale sprecyzowane, a na stronie 313 dano złe określenie współczynnika homozygotyczności. W rozdziale II autor powołuje się przy niektórych wykresach na A. Horsta, którego nie umieszczono w spisie literatury na końcu rozdziału. Należy jednak zaznaczyć, że książka jest opatrzona alfabetycznym skorowidzem i indeksem nazwisk cytowanych autorów. Uwagi te, z racji braku miejsca nie mogą być obszerniejsze, niemniej, należy podkreślić, że w ni-

czym nie umniejszają wartości całej pracy, czego dowodem bardzo szybkie rozejście się pierwszego rzutu nakładu z księgarni.

Pozostaje życzyć sobie, by autorzy, którzy wykazali tu tak dużą znajomość zagadnienia mogli opracować następne problemy heterozji już bezpośrednio w odniesieniu do roślin i zwierząt.

Józef Zięba

Osiągnięcia w biologii ludzkich populacji

Ostatnio ukazała się książka, która jest podwójnie ciekawa. Jako zbiór prac dotyczących „osiągnięć w biologii ludzkich populacji”, oraz jako przykład polityki wydawniczej Węgrów. Węgrzy znajdują się z racji swego języka w jeszcze trudniejszej sytuacji aniżeli Polacy. Ich językiem mówi zaledwie 10,5 miliona ludzi, a rozumie go niewiele więcej. Polski język jest zrozumiały teoretycznie dla kilkuset milionów Słowian, w rzeczywistości jednak publikacji naukowych w naszym języku wydanych nie czytają Rosjanie ze względu na odmienność alfabetu, a dodatkowo jednak ze względu na barierę języków. Podobnie język nasz jest trudny dla Bułgarów, Jugosłowian. Nawet Ukraińcy i Słowacy na skutek mylącego podobieństwa (a innego sensu) wielu wyrazów rzadko posługują się polską literaturą językową. Łatwiejsze jest w tej sytuacji posługiwanie się literaturą angielską, który to język zna większość zaawansowanych pracowników naukowych. Znaczna ich liczba korzysta także z rosyjskiego.

Węgrzy rychło wyciągnęli prawidłowe wnioski z tego stanu rzeczy. Zapowiedzianą na wstępie książkę na temat biologii populacji ludzkich, wysoce specjalistyczną, przeczyta być może 20 specjalistów w ich kraju, zaleci się ją jeszcze studentom wyższych lat, nieco egzemplarzy zakupią biblioteki. Jednak 50—100 egz. nie czyni książki opłacalną. Od kilku więc lat Węgrzy czynią rozsądnie wydając książki specjalistyczne w j. angielskim lub niemieckim. Książkę w tym języku kupi specjalista w ich kraju, łatwo ją też sprzedać za granicę. Wymaga to oczywiście odpowiedniej sieci sprzedaży, jednak jest to sprawa którą można rozwiązać gdy ma się do zaoferowania wiele tytułów wydawnictw w ten sposób produkowanych. W ten sposób książka dociera i do Polaka, który inaczej nawet nie rozszyfrowałby jej tytułu napisanego w j. węgierskim. W dodatku atrakcyjny sposób wydania: lakierowana okładka, dobry papier — — nawet przy technice małej poligrafii (offsetu), czyni książkę łatwą do sprzedaży.

Wstęp powyższy celowo zapoczątkowuje recenzję książki dotyczącej „osiągnięć w biologii populacji ludzkich”, która to dziedzina wiedzy staje się coraz bardziej ważna wobec wpływów cywilizacyjnych zmieniających strukturę populacji. W Polsce zbyt mało osób zajmuje się genetyką populacji ludzkich, abyśmy mogli sobie pozwolić na publikacje w tym zakresie w formie zwartych wydawnictw specjalistycznych. Z kolei brak takich wydawnictw hamuje rozwój tej dziedziny badań.

Na Węgrzech wyspecjalizowała się w wydawnictwach obcojęzycznych „Akademiai Kiado” w Budapeszcie. W jej wydaniu ukazała się w roku 1972 nowa interesująca pozycja pt. „Advances in the Biology of Human Populations”, pod redakcją I. Törö, S. Szabady, J. Nemeskeri i O. G. Eibena (Budapest 1972, 508 stron).

Biologia populacji ludzkich oparta o metody genetyki populacyjnej i demografii, jest współcześnie obok ekologii człowieka jedną z najbardziej dynamicz-

nie rozwijających się nauk biologicznych. Wynika to, jak to zresztą zwykle bywa, z zapotrzebowania społecznego — z racji poczynąń społecznych i rządowych na rzecz ochrony środowiska, w którym człowiek żyje i tworzenia środowiska dla niego korzystnego. Otaczające nas środowisko wpływa kształtując zarówno na przebieg ontogenezy (rozwój dziecka, lecz i przebieg procesów starzenia), jak i na formowanie się struktury populacji, a to na drodze odpowiedniej płodności, umieralności, doboru wybiórczego itp. Zagadnieniu kooperacji między biologią, demografią, medycyną (epidemiologią), antropologią i genetyką człowieka poświęcone było siódme Sympozjum Biologiczne, które miało miejsce w Budapeszcie w maju 1970 r., a którego materiały ukazały się w formie wymienionej książki.

Książka zawiera ponad 50 prac przedstawiających badania w zakresie ewolucji człowieka, jego zmienności, zmian następujących z wiekiem oraz relacji człowieka i środowiska. Książka kreśli więc zakres problemów od przeszłości ewolucyjnej człowieka po przyszłość ludzkich społeczeństw.

Poziom prezentowanych prac jest bardzo nierówny, od prac znakomitych pod względem prezentowanych ujęć syntetycznych, nowych wyników badań — po prace zupełnie przeciętne, nie pasujące do tego tomu tematycznie i ze względu na sposób ujęcia. W książce dominują referaty w zakresie dwóch problemów stanowiących istotny problem demograficzny współczesnych Węgier: jednego z najmniejszych w świecie wskaźników przyrostu naturalnego oraz dużego procentu ludzi starych. Do udziału w sympozjum zaproszono kilku czołowych uczonych z Francji (Sutter), Anglii (Roberts), Austrii (Breitinger), Jugosławii (Gavrilovic) — co dało jednocześnie przegląd problematyki w skali innych państw europejskich.

Niezmiernie interesujące są rozważania Suttera nad czynnikami demograficznymi w biologii, a szczególnie płcią, wiekiem płodzenia dzieci, okresem od zamążpójścia do urodzenia pierwszego dziecka, ilością ciąży (i konfliktami serologicznymi), wielkością rodziny, okresem czasu między rodzeniem kolejnych dzieci i kolejnością płci dzieci w poszczególnych porodach, pokrewieństwem rodziców, sezonowością zjawisk demograficznych i biologicznych oraz różnicami etnicznymi. Autor rozwija kilka problemów: znaczenia wieku rodziców, doboru wybiórczego pod względem grup krwi (szczególnie pod względem systemu MN), znaczenia selekcji itp. Roberts opisuje interesujące obserwacje izolatu z wysp Tristan da Cunha, gdzie od blisko 150 lat rozgrywał się interesujący nie zamierzony w tym sensie eksperyment demograficzny. Wyspa w związku z wybuchem wulkanu była w październiku 1961 r. ewakuowana, a ludność dokładnie przebadana (267 osób przedzielono do Anglii).

Interesująca jest praca Eibena dotycząca selekcji jaką stanowi sport, pod względem budowy ciała sportsmenek. Breitinger stwierdził, że osobnicy urodzeni w marcu—kwietniu (a poczęci w czerwcu—lipcu) są zazwyczaj wyżsi od pozostałych, podczas gdy urodzeni w grudniu (poczęci w marcu) najniżsi. Gavrilovic dośzukuje się różnicy między dziećmi serbskimi i węgierskimi zamieszkującymi tę samą wieś Mol (serbskie są nieco wyższe i cięższe). Walter i Nemeskeri analizują przepływ genów oraz stopień izolacji zespołu wsi w obszarze Bodrogeköz przy granicy Słowackiej, analizę swą rozwijając w oparciu o częstość alleli grup krwi systemu ABO, MNS, Rh i innych oraz typów haptogloblin. Gyenis podaje częstość występowania owłosienia na palczkach ręki w różnych populacjach Węgier, Hattyasi i Wallner ukształtowanie łuku zębodołowego górnej szczęki, w innych węgierskich populacjach. Horvath i Margitay-Becht czynią rozważania nad wiekiem rozpoczynania i częstością stosunków płciowych (rozrzut wieku rozpoczynania od 15 do 28 lat, przeciętna częstość stosunków od 1 na dwa dni w wieku 20 lat, do 1 na 3 dni w wieku 35—40 lat, z minimum przypadającym na wiek około 33—34 lata).

Jak z powyższego wrywkowego przeglądu wynika książka zawiera bardzo szeroki i zróżnicowany zakres rozważań. W całości jest bardzo wartościową pozycją, szczególnie na skutek zamieszczenia w niej kilku bardzo dobrych prac przeglądowych i syntetyzujących, jak również szeroko potraktowanej dokumentacji liczbowej.

Książka jest wydana w języku angielskim. Lekturę tę polecam czytelnikom zainteresowanym problemami antropologii, genetyki człowieka i demografii.

Napoleon Wolański

PROBLEMY BIOLOGII NA WALNYM ZGROMADZENIU
AKADEMII NAUK ZSRR

W dniu 5 marca 1974 r. Zgromadzenie Ogólne Akademii Nauk ZSRR omówiło dorobek tej instytucji w 1973 r.

W słowie wprowadzającym Prezes Akademii, M. W. Kiełdysz powiedział m.in. „w Instytucie Chemii Bioorganicznej im. M. M. Szemiakina AN ZSRR po raz pierwszy wyodrębniono z wątroby i scharakteryzowano nowe białko, odpowiedzialne za stosunki międzykomórkowe. Ciekawą właściwością tego białka jest jego zdolność tworzenia wyjątkowo trwałych specyficznych agregatów i kompleksów z innymi białkami. W tymże Instytucie wspólnie z Instytutem Biochemii AN Uzbekistanu ustalono pierwszorzędą strukturę dwóch białek — neurotoksynów z jadu kobry środkowoazjatyckiej, które okazały się potężnym narzędziem badania mechanizmu przekazywania bodźców nerwowych. W Instytucie Białka AN ZSRR udało się w roku ubiegłym zrealizować uzyskanie preparatów około 30 indywidualnych białek rybosomalnych, co otworzyło nowe perspektywy badania struktury i funkcji rybosomów. Instytut Chemii Bioorganicznej im. M. M. Szemiakina wspólnie z Nowosybirskim Instytutem Chemii Organicznej Oddziału Syberyjskiego AN ZSRR dokonał syntezy szeregu nukleotydów, będących fragmentami genu kodującego walinowe transportowe RNA. Prace te mają za cel sztuczną syntezę czynnych genów.

Ciekawe prace w dziedzinie biologii molekularnej oraz genetyki molekularnej podjęto połączonymi siłami szeregu zespołów badawczych naszego kraju, NRD oraz Czechosłowacji. Badane jest zjawisko tzw. „Transkrypcji odwróconej” — syntezy kwasu dezoksyrybonukleinowego na matrycy kwasu rybonukleinowego, tj. niezwykłego kierunku przekazywania informacji genetycznej. Proces ten, niedawno odkryty, obecnie szeroko badany za granicą, jest wyjątkowo ciekawy w związku z badaniem problemu złośliwego rozrostu tkanek oraz molekularnych podstaw dziedziczności.

Kontytuowane są badania budowy chemicznej kwasów nukleinowych. Dokonane w Instytucie Biologii Molekularnej AN ZSRR rozszyfrowanie dwóch transportowych kwasów rybonukleinowych, pozwoliło zdobyć pewne doświadczenie przed przejściem do następnego, szczególnie ważnego etapu — wglądu w strukturę kwasów nukleinowych o większym ciężarze cząsteczkowym, uczestniczących w budowie chromosomów jądra komórkowego”.

W referacie sprawozdawczym p.o. głównego sekretarza naukowego Akademii, G. K. Skrjabina, czytamy m.in.: „Wydział Biochemii, Biofizyki oraz Chemii związków fizjologicznie czynnych wykonał wielką pracę naukowo-organizacyjną związaną z problematyką biologii molekularnej oraz genetyki. Nasilone zostały znacznie badania nad pierwszorzędą strukturą białka, enzymologią genetyczną, dziedzicznością pozachromosomową budową genomu organizmów wyższych. Wydział rozpatrzył sprawę zapewnienia naukowej aparatury dla tych badań. Pracownia biologicznej aparatury w Puszczyńie nastawiona jest na wykonanie zadań ustalonych przez Wydział. W szeregu instytutów (chemii bioorganicznej, biochemii i fizjologii drobnoustrojów, biologii molekularnej) stworzono nowe laboratoria kierowane przez młodych, zdolnych badaczy.

Wydział fizjologii dużo uwagi poświęcił rozwojowi badań nad fizjologią człowieka w różnych warunkach klimatycznych i specjalnych, jak również problemom medycyny. Opracowano programy badań nad problemami „Podstawy naukowe profilaktyki i leczenia chorób sercowo-naczyniowych” i „Naukowe podstawy profilaktyki i leczenia chorób nerwowych i psychicznych”.

„W roku sprawozdawczym Wydział Biologii Ogólnej poświęcał uwagę pracom na temat ochrony zasobów biologicznych, tworzenia naukowych podstaw prognozowania skutków gospodarki człowieka dla przyrody. W związku z tym należy odnotować przygotowanie przez Wydział propozycji dotyczących racjonalnego wykorzystywania odnawialnych bogactw naturalnych dalekiej północy”.

„Specjalna uwaga Sekcji Nauk o Ziemi i jej oddziałów skoncentrowała się na rozwinięciu tak ważnych kierunków badawczych, jak racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych i ochrona biosfery, badanie procesów kształtowania się i rozmieszczenia użytecznych kopalin, badanie oceanu światowego oraz rozszerzenie współpracy międzynarodowej w tym zakresie, opracowanie nowych metod badania Ziemi.

Sekcja wykonała poważną pracę nad realizacją uchwały Zgromadzenia Ogólnego Akademii Nauk, poświęconej zadaniom racjonalnego wykorzystywania i ochrony biosfery. Z inicjatywy Sekcji przy Prezydium Akademii zorganizowano Radę naukową do spraw biosfery, a także opracowano perspektywiczny plan badań nad problemem „Podstawy naukowe zachowania i doskonalenia otaczającego środowiska naturalnego i racjonalnego wykorzystywania zasobów naturalnych”.

W toku dyskusji w sprawach biologii zabierali głos akad. A. A. Bajew oraz akad. G. M. Frank. Wypowiedzi ich cytujemy wg czasopisma „Wrestnik Akademii Nauk ZSRR” (nr 5, 1974).

„Akademik A. A. Bajew. W minionym roku Wydział Biochemii, biofizyki i chemii związków fizjologicznie czynnych niejednokrotnie rozpatrywał wnioski dotyczące organizacji nowych instytutów i pracowni w akademiach nauk związkowych. W większości przypadków mowa była o tradycyjnych dziedzinach wiedzy, jak mikrobiologia, fizjologia i biochemia roślin, co wzbudziło naszą ostrożność. Rzecz polega na tym, że liczni specjaliści pracujący w republikach — to uczniowie wybitnych uczonych, zwłaszcza moskiewskich i w nowych instytutach projektowało się nie tyle rozwijać nowe, oryginalne kierunki, co kontynuować stare, według gotowych wzorów.

Podkreślając, że przy tworzeniu nowych zakładów naukowych trzeba kierować się bardzo surowymi kryteriami, A. A. Bajew zaproponował jeden kierunek, który, jego zdaniem, zasługuje na rozwijanie w murach Akademii i jest bardzo interesujący. Są to badania związane z kulturą komórek zwierzęcych i roślinnych. Metoda hybrydyzacji komórek, zaraz po jej odkryciu przez W. Harrisa w 1965 r. znalazła — obok transplantacji jąder oraz innych zabiegów na poziomie komórki — szerokie zastosowanie. Obecnie ta możliwość istnieje także, jeśli chodzi o rośliny. Możemy łączyć protoplastę nawet rodowo odległych roślin i otrzymywać mieszańce o ustalonych cechach. Rozumie się, że możliwość ta jest bardzo cenna nie tylko dla genetyki i fizjologii komórki, ale także dla praktycznych celów medycyny i rolnictwa.

Prace nad komórkami roślinnymi prowadzi się u nas od dawna, zresztą na bardzo skromnej bazie w Instytucie fizjologii roślin. Prace te należy nasilać i rozwijać. Inaczej sprawa przedstawia się, gdy chodzi o komórki zwierzęce. Takie badania należy zacząć od początku. W Instytucie cytologii w Leningradzie są kadry i możliwości, są chęci oraz entuzjazm, co niewątpliwie należy wykorzystać”.

„Akademik G. M. Frank. Centrum badań biologicznych w Puszczyńcu od szeregu lat prowadzi rozległe prace eksperymentalne. Jest to centrum nowej nauki biologicznej, łączącej chemiczne, fizyczne i matematyczne aspekty badania zjawisk życia. Skutecznemu wykorzystaniu przez uczonych Puszczyńca nowych technicznie doskonałych metod badań sprzyja specjalne biuro konstrukcyjne budowy przyrządów biologicznych oraz kompleks obliczeniowy. Radziecka nauka biologiczna dzięki wielkim osiągnięciom na poziomie molekularnym osiąga szczyty nauki światowej. Prognozując dalszy kierunek jej rozwoju, mogę z całym przekonaniem twierdzić, że środek ciężkości badań będzie się przesuwał w dziedzinę odśladania nader złożonych mechanizmów pracy żywej komórki, tego elementarnego tworu, od którego właściwie zaczyna się życie.

Zdolność do szybkiej reorganizacji struktury wewnętrznej, zaprogramowana w długotrwałej pamięci komórki, zapewnia kierowanie jej działaniem i rozwojem. Przeszło tysiąc systemów fermentacyjnych każdej komórki kieruje się zgodnie, a jej potencjał chemiczny w sposób zorganizowany kieruje się na tworzenie nowych układów, bądź na wykonanie określonych funkcji, jak: ruchliwość, pobudliwość, sekrecja. Giętkość prac tego automatu zastanawia, optymalizacja jego pracy dokonuje się z niezawodnością i miniaturyzacją nieosiągalną we współczesnej technice. To co powiedziano wyżej, warunkuje zainteresowania rozszyfrowaniem procesów strukturalno-chemicznych regulujących działalność komórki. Prace te, uważa G. M. Frank, należy przyspieszać, by znaleźć się wśród liderów tego kierunku, aktywnie rozwijającego się na całym świecie. Wymaga to nowego podejścia jakościowego. Na czym ono polega? Po pierwsze — bezpośrednia obserwacja wszystkich przejawów życiowych komórki, po drugie — stosowanie szybkich metod obliczeniowych i analitycznych o dużej czułości, po trzecie — szybkościowe opracowywanie ogromnej liczby informacji (setek albo nawet tysięcy jednocześnie rejestrowanych zmiennych parametrów) przy pomocy maszyn elektronowych. Właśnie wszystkie te zasady leżą u podstaw pracy Wydziału biofizyki komórki tworzonego w biologicznym centrum Puszczyńcu.

Na zakończenie G. M. Frank zatrzymał się na możliwościach, jakie stwarza dla eksperymentatorów fotografowanie obiektów biologicznych przy pomocy synchrotronnego lub — inaczej mówiąc — magnesowo hamującego promieniowania. Najważniejsze jest to, że wysoka siła absolutna promieniowania, nikła rozdzielność pęczka na kilka rzędów wielkości skraca czas ekspozycji (sekunda a nawet jej część zamiast godzin). Dzięki temu powstaje możliwość nie tylko fotografowania struktury obiektu w stanie statycznym, lecz sam proces molekularnego przegrupowania. Jest to bardzo ważne dla najrozmaitszych przypadków, począwszy od funkcji fermentów (gdzie zmienia się struktura cząsteczek), kończąc na szybkich przemianach strukturalnych przy podziale komórek, pracy błon, skurczach mięśni. W ten sposób otwiera się zupełnie nowa dziedzina biologii, którą można warunkowo nazwać kinetyką strukturalną. Metoda ta została już eksperymentalnie sprawdzona w Puszczyńcu przy aktywnym udziale szeregu innych instytutów, zwłaszcza Instytutu fizyki jądrowej Syberyjskiej filii AN ZSRR. Na podstawie nowej metody mogą być rozwiązane liczne ważne problemy i osiągnięte przodownictwo nauki radzieckiej w jednej z najbardziej aktualnych dziedzin współczesnej biologii”.

W. M.

ROLA BŁON BIOLOGICZNYCH W PROCESACH
BIOENERGETYCZNYCH

Zdaniem wielu biologów najbliższe dziesięciolecie będzie w biologii okresem szczególnie intensywnych badań struktur błoniastych, występujących w każdej komórce żywej. Oprócz roli bariery pomiędzy poszczególnymi organellami komórkowymi, błony biologiczne, dzięki liczным enzymom, zarówno wbudowanym w samą błonę, jak i rozmieszczonym na jej powierzchni, spełniają ważne funkcje katalityczne.

W chwili obecnej badania nad strukturą i funkcjami błon biologicznych przeprowadzane są najintensywniej w USA, Anglii, Holandii i ZSRR.

Przy Uniwersytecie Moskiewskim zorganizowana została kilka lat temu pracownia bioenergetyki, dysponująca nowoczesną aparaturą i zatrudniająca ponad 50-osobowy zespół naukowców. W pracowni tej, kierowanej przez profesora W. Skuławczowa, przeprowadzane są intensywne badania nad udziałem błon biologicznych w procesach transformacji energii w żywych komórkach. Obok pracowni takich bochemików jak A. L. Lehninger, A. Chance, E. Racker, P. Mitchell, jest to bez wątpienia przodujący ośrodek w dziedzinie badań bioenergetycznych.

Niedawno (marzec 1974 r.) ukazał się artykuł W. Skuławczowa poświęcony omówieniu zachodzącego w organizmach żywych zjawiska przekształcania energii chemicznej w energię elektryczną¹. Rolę dwukierunkowych stacji transformacyjnych spełniają w szczególności mitochondria. W celu wykazania, iż organelle te, których rola w procesach fosforylacji oksydacyjnej udowodniona została znacznie wcześniej, mogą rzeczywiście przekształcać energię utlenianego substratu w energię elektryczną przeprowadzono szereg doświadczeń, myślą przewodnią których była hipoteza o występowaniu zjawiska elektroforezy związków chemicznych przez błony biologiczne.

W pierwszym etapie badań należało wybrać odpowiednie związki chemiczne, posiadające ładunek elektryczny, zdolne przenikać przez błony biologiczne. Wśród tego typu jonów najodpowiedniejsze okazały się aniony czterofenyloboru, trój-nitrofenolu oraz kationy dwumetylodwubenzylamonu i czterobutyloamonu.

Następnie skonstruowano specjalny aparat, pozwalający na mierzenie różnicy potencjałów elektrycznych na błonie mitochondrialnej, bez wprowadzania mikroelektrod do wnętrza mitochondriów, czy też cząstek submitochondrialnych. Zasada polegała tutaj na tym, że do jednego z dwóch naczyń, zawierających w równej ilości przenikające jony, i rozdzielonych błoną fosfolipidową, dodawano wydzielone mitochondria lub też fragmenty submitochondrialne, a następnie substrat, utlenianiu którego towarzyszyło wydzielanie energii.

Założono, iż jeśli energia ta może być źródłem różnicy potencjałów między wnętrzem mitochondriów (lub cząstek submitochondrialnych) a środowiskiem zewnętrznym, to następować powinno przechodzenie jonów przez błonę mitochondrialną, a takie przemieszczenie jonów doprowadzi w efekcie do powstania różnicy potencjałów między roztworami w naczyniu zewnętrznym i wewnętrznym.

Istotnie, okazało się, że dodanie bursztynianu, który utleniany jest przez enzymy mitochondrialne, powoduje przenikanie anionów do wnętrza cząstek submitochondrialnych, tzn., że na wewnętrznej stronie błony obserwuje się wytworzenie

¹ Westnik Akademii Nauk SSSR 1974, 3, 47—58.

potencjału dodatniego. Efekt ten zanika po wprowadzeniu do roztworu aktywnymy — antybiotyku inhibującego oddychanie komórkowe. Kolejne dodatnie ATP — produktu fosforylacji oksydacyjnej — ponownie prowadzi do przenikania anionów do wnętrza tych cząstek. Dalsze doświadczenia wykazały, że również inne aniony zdolne są do przenikania do wnętrza cząstek submitochondrialnych kosztem energii powstającej przy utlenianiu substratów.

W doświadczeniach z mitochondriami, które, jak wiadomo, charakteryzują się odwrotnym w stosunku do cząstek submitochondrialnych ułożeniem błony, kierunek przenikania jonów był inny: do wnętrza mitochondriów przenikały kationy, a na zewnątrz aniony.

Zjawisko przenikania jonów przez błony biologiczne pod wpływem różnicy potencjałów otrzymało nazwę elektroforezy transbłonowej. Jego występowanie udowodnione zostało również na przykładzie innych struktur błoniastych zdolnych do syntezy ATP, takich jak np. błony chloroplastów roślinnych, błony chromatoforów bakterii fotosyntetyzujących oraz bakterii heterotroficznych. Zjawisko to nosi więc charakter ogólnobiologiczny.

Przeprowadzone doświadczenia pozwoliły więc skonstatować, że „wymienione wyżej rodzaje błon zawierają układy enzymatyczne przekształcające energię określonych reakcji chemicznych w energię elektryczną”.

Powstało jednak pytanie, jaki jest mechanizm działania błon jako generatorów energii elektrycznej, a także czy jest to jedyny sposób transformacji energii, czy też tych sposobów jest więcej.

Aby znaleźć odpowiedź na to oraz wiele innych pytań należało odtworzyć wyżej opisany układ transformacji energii w możliwie najprostszej formie. W tym celu zastosowana została metoda sztucznego otrzymywania błon w postaci pęcherzyków zbudowanych z fosfolipidów i enzymów mitochondrialnych. W doświadczeniach wykorzystano dwa rodzaje enzymów: oksydazę cytochromową oraz ATP-azę. Otrzymywano tzw. proteoliposomy, których błona fosfolipidowa „wysadzana” była białkami enzymatycznymi. Następnie w proteoliposomach tych mierzono intensywność procesu elektroforezy transbłonowej. W przypadku proteoliposomów z oksydazą cytochromową obserwowano po dodaniu substratu (kwasu askorbinowego) przenikanie anionów do ich wnętrza, przy czym efekt ten zanikał po dodaniu inhibitorów oddychania komórkowego (NaCN), natomiast w proteoliposomach z wbudowaną ATP-azą proces elektroforezy podtrzymywany był przez hydrolizę ATP, a hamowany przez dodanie oligomycyny — antybiotyku inhibującego działalność ATP-azy. Po opracowaniu metody bezpośrednich pomiarów generacji prądu elektrycznego przez membrany biologiczne okazało się, że różnica potencjałów wywołana generacją prądu elektrycznego przez te błony wynosi ponad 100 mV.

Doświadczenia z proteoliposomami pozwoliły na częściowe wyjaśnienie mechanizmu ładowania elektrycznego błon. Przenoszenie elektronów od cytochromu c poprzez cytochromy a i a_3 do tlenu zachodzi w kierunku do wnętrza mitochondriów, w rezultacie czego matrix mitochondrialna naładowana zostaje ujemnie. Ponieważ elektrony przenoszone są od bieguna dodatniego do ujemnego, dla pokonania pola elektrycznego nieodzowna jest energia, która dostarczana jest przez reakcję utleniania substratu. Wykorzystanie energii elektrycznej akumulowanej wewnątrz mitochondriów związane jest z powstawaniem ATP.

Mechanizm sprzężenia utleniania z fosforylacją potwierdza więc koncepcję P. Mitchella, zgodnie z którą:



($\Delta\Psi$ — różnica potencjałów na błonie mitochondrialnej).

Prawidłowość ta ma prawdopodobnie charakter ogólnobiologiczny. Ostatnio wykazano, że chlorofil w chloroplastach, podobnie jak oksydaza cytochromowa w mitochondriach, bierze udział w transporcie elektronów przez błonę, jednak reakcja w tym wypadku inicjowana jest nie przez utlenienie substratu, lecz przez kwant światła, pochłaniany przez chlorofil. Układ chlorofilowy można więc nazwać ogniwem fotoelektrycznym.

Ostatnio wykonano również ciekawe prace nad generacją prądu elektrycznego przez bakteriorodopsynę — białko występujące w bakteriach halofilnych i spełniające rolę „pompy protonowej” przenoszącej jony H^+ kosztem energii świetlnej. Naświetlenie sztucznej błony fosfolipidowej z wbudowaną bakteriorodopsyną powoduje generację prądu elektrycznego, który może być zmierzony woltomierzem z elektrodami opuszczonymi w rozdzielone przez tę błonę roztwory soli. Różnica potencjałów dochodzi do 150 mV.

Problem mechanizmu fosforylacji oksydacyjnej — klasyczny problem bioenergetyki — zaczyna więc znajdować swe rozwiązanie.

Wiele szczegółów dotyczących tego mechanizmu pozostaje jednak ciągle jeszcze nie wyjaśnionych. Nie wiemy jak przenoszone są elektrony przez oksydazę cytochromową i chlorofil. Nie wiadomo w jaki sposób transportowane są jony wodoru przez ATP-azę mitochondriów i bakteriorodopsynę. Niejasna pozostaje zasada ładowania błony biologicznej w rezultacie reakcji utleniania.

Niezwykle ważne jest — zdaniem W. Skuławczowa — zbadanie funkcji pola elektrycznego powstającego na błonach wewnątrzkomórkowych. Uważa on, że „pole to może odgrywać rolę nie tylko w procesie syntezy ATP, ale i podczas transportu jonów przeciwko gradientowi stężenia. Oprócz tego zwiększenie przewodnictwa elektrycznego błony mitochondrialnej może prowadzić do przekształcania energii w ciepło, co ma znaczenie adaptacyjne w warunkach zewnętrznego ochłodzenia zwierząt stałocieplnych. Dodatkową funkcją pola elektrycznego może być przekazywanie energii na odległość wzdłuż błon wewnątrzkomórkowych”.

Artykuł swój kończy W. Skuławczow ukazaniem praktycznego znaczenia nowych danych bioenergetyki. Otóż naruszenie mechanizmu transformacji energii prowadzi do zakłóceń w działaniu żywej komórki. Nawet niewielkie obniżenie oporu elektrycznego błony biologicznej prowadzi do „przebicia” kondensatora komórkowego, a w efekcie do naruszenia procesów fosforylacji oksydacyjnej. Mechanizm działania całego szeregu lekarstw (gramycydyna, tetracyklina, kumaryny i in.), a także herbicydów i niektórych trucizn, polega na obniżeniu oporu elektrycznego błon biologicznych. Należy przypuszczać, że również działanie promieniowania jonizującego związane jest z działaniem na parametry elektryczne błon komórkowych. Znajomość mechanizmu działania szeregu preparatów pozwala na przewidywanie ich wpływu na organizmy, a także stwarza możliwości odkrycia nowych skutecznych lekarstw.

W związku z tym, że mitochondria, jako ogniwa elektryczne posiadają bardzo wysoki współczynnik sprawności, rezultaty ich badań mogą stworzyć podstawy do skonstruowania nowych typów ogniw fotoelektrycznych.

„Należy sądzić” — kończy bardzo optymistycznie swój artykuł W. Skuławczow — „że rozwój badań w tym kierunku stwarza nowe perspektywy dla medycyny, rolnictwa oraz energetyki przemysłowej”.

NIEKTÓRE MECHANIZMY WRODZONE LEŻĄCE U PODSTAW ZACHOWANIA SIĘ I CHORÓB SYSTEMU NERWOWEGO*

Czy sposób zachowania się człowieka, jego psychika, zdolności, charakter a także zaburzenia psychiczne i nerwowe warunkowane są głównie przez zespół czynników wrodzonych, dziedzicznych czy też są to przede wszystkim cechy nabyte? Czy, i w jakim stopniu, możemy te uwarunkowania modyfikować? Zagadnienia te pasjonują nie tylko specjalistów różnych dziedzin, ale również szerokie kręgi laików.

CHROMOSOM ZBRODNI?

Toteż szerokim echem odbiła się praca P. A. Jacobsa i wsp. (1965), która, wydawałoby się, obaliła dotychczasowe koncepcje na temat zbrodniczości. Zauważyli oni bowiem związek między skłonnością człowieka do agresji a anomalią chromosomalną występującą w jego komórkach. Zazwyczaj jądro komórkowe zawiera 46 chromosomów, w tym 2 chromosomy płciowe — X i Y; kobieta posiada dwa chromosomy X (genotyp XX), mężczyzna jeden chromosom X i jeden Y (genotyp XY). Niektórzy mężczyźni posiadają nadprogramowy chromosom Y (tj. genotyp XYY). Ta właśnie anomalia, której towarzyszy bardzo wysoki wzrost i ograniczona inteligencja, jest stosunkowo częsta u kryminalistów (autorzy znaleźli 7 przypadków na 197 badanych zbrodniarzy). Odkrycie to dało nową broń do ręki adwokatom, wielka prasa rozpisała się o „chromosomie zbrodni”, rozgorzała ponownie dyskusja między zwolennikami teorii genetycznego zdeterminowania cech zachowania się i tymi, którzy zasadniczą rolę przypisują cechom nabytym. Jakkolwiek bowiem wielu kryminalistów istotnie posiada genotyp XYY, większość z nich posiada normalny genotyp XY a wielu nosicieli genotypu XYY nie wykazuje żadnych skłonności do agresji. Na tej podstawie Amerykańskie Towarzystwo Psychiatryczne wyraziło głębokie zastrzeżenia co do zasadności praktycznego wykorzystania hipotezy Jacobsa, uważając, że można mając genotyp XYY nie być potencjalnym mordercą, można też mieć skłonności do zbrodni mając prawidłowy genotyp XY.

Problem ten jednak niepokoi wciąż badaczy i ostatnio Jarvik i wsp. (1973) proponują rewizję stosunku do tej hipotezy. Badacze ci oparli się na szerszym i bardziej pogłębionym materiale statystycznym; porównywali oni bowiem częstość występowania dwu rzadkich aberracji — genotypu XYY i genotypu XXY — tzw. zespołu Klinefeltera, charakteryzującego się bezpłodnością i niedorozwojem umysłowym. Wyniki tych badań są następujące: wśród 9904 przebadanych noworodków płci męskiej znaleziono 13 genotypów XYY (0,13%) i 14 genotypów XXY — natomiast wśród 597 badanych chorych psychicznie 6 miało genotyp XYY (1%) i 6 XXY. W obu grupach kontrolnych, choć bezwzględne częstości aberracji były różne, obie aberracje występowały z tą samą częstotliwością. Natomiast wśród 4293 zbrodniarzy stwierdzono aż 61 (1,4%) genotypów XYY i tylko 37 genotypów XXY (0,9%). Względna częstość genotypu XYY jest więc wyraźnie podwyższona. Zastrzeżenia psychiatrów amerykańskich pozostają oczywiście nadal aktualne, ale Jarvik ponawia pytanie na temat „chromosomu agresji”, inaczej je formułując — przenosząc problem na płaszczyznę teoretyczną: czy męskość

* Na podstawie artykułów: Jean-Pierre Desportes, *La Recherche*, vol. 4, nr 40, 1113, 1973, *Le chromosome de l'agressivité rouverture du dossier* i Paul Mandel, *Le Courrier du CNRS*, vol. 8, nr 10, 1973, *Approche de la génétique du comportement et des maladies du système nerveux*.

i agresja są ze sobą związane? Jeżeli bowiem nadprogramowy chromosom Y powoduje hiperagresję, to czyżby pojedynczy Y obecny w normalnym męskim genotypie odpowiedzialny był za „normalną” męską agresywność? A jeżeli tak, to czy fakt, że nie wszyscy nosiciele dodatkowego Y przejawiają wzmogoną agresywność zawdzięczać należy czynnikom nabytym czy też „dawka agresywności” wnoszona przez poszczególny chromosom Y jest z jakichś powodów (jakich?) tak niska, że po zsumowaniu „poziom agresywności” jest normalny? Nie ma na razie podstaw do jakiegokolwiek odpowiedzi na te pytania. Sens badań nad tym problemem leży nie tyle w bezpośredniej praktyce społecznej — aberracje XYY są niezmiernie rzadkie — ale przede wszystkim w próbie teoretycznego wyjaśnienia samego zjawiska agresji, jego źródeł wrodzonych i nabytych po to, by lepiej go móc kontrolować. Przesłanki jego rozumowania mogą budzić sprzeciw — bo dlaczego męskość i agresja miałyby być związane nierozłącznie? Czyżbyśmy nigdy nie spotykali agresywnych kobiet?

GENETYCZNE PODŁOŻE PRZYSTOSOWANIA, UCZENIA SIĘ ORAZ AKTYWNOŚCI SPONTANICZNEJ

Badania nad genetyką funkcji systemu nerwowego sięgają nie tylko poziomu chromosomu, ale i głębiej do poziomu molekularnego. Eksperymentalna analiza wielu zjawisk u ludzi jest trudna lub niemożliwa; wiele badań przeprowadza się na zwierzętach wyższych, wśród których bardzo wdzięcznym modelem dla genetyków jest mysz — ze względu na szybkość rozmnażania się. Wyselekcjonowany mutant, odznaczający się dany charakterystycznym zachowaniem się, jest nieocenionym modelem w badaniach psychogenetycznych, psychofizjologicznych i neurochemicznych — modelem, który nie może być zastąpiony przez doświadczalne uszkodzenia chirurgiczne, pobudzenia elektryczne ani farmakologiczne.

W badaniach podjętych w Centrum Neurochemii w Strasburgu, kierowanym przez prof. P. Mandla, wspólnie z Bovetem i Olivieriem z Laboratorium Psychofizjologii i Psychofarmakologii w Rzymie szukano parametrów neurochemicznych związanych ze zdolnością do przystosowania i uczenia się — test labiryntu — oraz ze skłonnością do aktywności spontanicznej. Obiektem badanym były trzy szczepy myszy — o symbolach: DBA/2J, SEC/IREJ i C57/6J oraz ich krzyżówki. Szczepy SEC i DBA łatwiej poddają się tresurze i wykazują niższą aktywność spontaniczną, natomiast myszy szczepu C57 trudniej uczą się i odznaczają się wyższą aktywnością spontaniczną. Takie zestawienie cech spotyka się często u dzieci „nadruchliwych”. Mieszańce C57 i DBA zachowują się podobnie jak C57, natomiast mieszańce SEC i C57 dziedziczą zachowanie typowe dla szczepu SEC. Tak więc badane cechy dziedziczą się raz jako cechy dominujące (SEC) raz jako recesywne (DBA). Sytuacja ta pozwala stwierdzić nie tylko ewentualny związek między zachowaniem a cechą biochemiczną, ale również zweryfikować istnienie tego związku na podstawie łączności przekazywania potomstwu poszczególnych cech.

Badania biochemiczne wykazały, że w płacie skroniowym aktywność acylotransferazy, enzymu syntezującego acetylocholinę, jest o wiele wyższa u myszy SEC i DBA niż u myszy C57. Można powiązać to ze znanym od 15 lat faktem, że uszkodzenie płata skroniowego powoduje głębokie zaburzenia pamięci oraz zmniejsza zdolność uczenia się. U mieszańca DBA i C57 aktywność enzymu jest taka sama jak szczepu rodzicielskiego C57, a u mieszańca SEC i C57 — taka jak u szczepu SEC. Stwierdzono więc równoległość dziedziczenia cechy biochemicznej i zachowania się oraz udział aktywności cholinergiczej w procesie uczenia się.

Różnica w aktywności spontanicznej wydaje się być związana z poziomem i szybkością syntezy noradrenaliny w tworze siateczkowym mózgu. Składną

wiadomo, że strefa ta gra rolę w kontroli czuwania a noradrenalina uważana jest za mediatora w zjawisku czuwania. Twór siateczkowy myszy C57 a także ich krzyżówek z DBA wykazuje wyższy poziom i szybszą syntezę noradrenaliny niż analogiczny rejon myszy DBA, SEC oraz krzyżówki SEC — C57.

Oba typy zachowania się i obie cechy biochemiczne dziedziczą się wspólnie. Wyniki te wymagają wprawdzie, według autorów, potwierdzenia innymi metodami (np. immunologicznymi), ale już dziś przemawiają na korzyść możliwości wyrażania dziedzicznych typów zachowania się w terminach molekularnych.

Oczywiście w przypadku zwierząt również nie można zapominać o wpływach środowiska. Prace Rosenzweiga i Bennetta, Altmana i innych badaczy zmierzają do wykazania istnienia i identyfikacji „substratu materialnego”, tj. mechanizmu molekularnego zjawisk indukowanych przez otoczenie.

MUTANTY NEUROLOGICZNE

Badania nad metabolizmem mutantów wykazujących zaburzenia neurologiczne mają na celu wykrycie podstawowego błędu metabolicznego, powodującego dane uszkodzenie neurologiczne i jego objawy fenotypowe a także możliwości terapeutycznych.

Modelem do badań nad epilepsją mogą być mutanty „audiogenne”, reagujące drgawkami na bodźce akustyczne. W Centrum Neurochemii w Strasburgu służyły one do badań nad nowymi lekami przeciwepileptycznymi, lekami, które, hamując degradację kwasu gammaminomasłowego (GABA), powodują jego akumulację, zapobiegając napadom padaczkowym. Wyższość tych leków nad dotychczas stosowanymi polega na tym, że działają swoiście, nie zaburzając funkcji psychicznych np. zdolności uczenia się.

Przyczyną wielu chorób systemu nerwowego u ludzi są zaburzenia dotyczące mieliny — czy to nieprawidłowe jej powstawanie czy też degeneracja mieliny dojrzałej. Mielina jest to wielowarstwowa otoczka ochronna aksonu. Jak każda błona biologiczna zbudowana jest z kompleksu lipidowo-białkowego, ale w porównaniu do innych błon komórki np. błony plazmatycznej czy mitochondrialnej mielina zawiera więcej lipidów i proteolipidów, jest mniej plastyczna, sztywniejsza, bardziej stabilna i inerta metabolicznie. Jednym z charakterystycznych składników mieliny są galaktolipidy: cerebrozydy i ich siarczany — sulfatydy. Mielinę centralnego systemu nerwowego produkuje jeden typ komórek — oligodendrocyty. Okres powstawania mieliny tzw. mielinizacji jest bardzo ważnym okresem dla rozwoju mózgu. W tym czasie system nerwowy jest szczególnie wrażliwy i nie sprzyjające warunki zewnętrzne np. niedożywienie pozostawić mogą nieodwracalne ślady. Mimo intensywnych badań nad mielina szereg zasadniczych pytań domaga się odpowiedzi. Jakie zmiany zachodzą w kompleksie lipidowo-białkowym, powodując zmniejszenie jej stabilności prowadząc do degeneracji? Dlaczego jedne czynniki powodują degenerację mieliny centralnego systemu nerwowego a inne nerwów obwodowych? W jaki sposób działa brak równowagi w pożywieniu lub intoksykacja na proces mielinizacji a niektóre braki genetyczne zjawiska autoimmunologiczne lub infekcje na demielinizację? Czy mielina podlega procesowi normalnej odnowy metabolicznej czy też proces jej regeneracji podobny jest do mielinizacji pierwotnej? Czy mielina zawiera enzymy degradujące ją? Oto część pytań nękających neurochemika i neurologa. Odpowiedzi na niektóre z nich spodziewają się neurochemicy badający mutanty odznaczające się demielinizacją, tj. zmniejszeniem ilości mieliny. Należą do nich myszy Quaking i Jimpsey, opisane

przez Philipisa, Silmana i Dikiego oraz mutant MSD (myelin synthesis deficient) opisany przez Meiera i Mak Pike'a. Wszystkie one wykazują niedobory mieliny jedynie w mózgu, co dowodzi odrębności dróg powstawania mieliny układu centralnego i nerwów obwodowych. U myszy Jimpy i MSD braki mieliny dochodzą do 90—100%; w 12—14 dniu życia można zauważyć zaburzenia ruchowe, od 18 dnia napady drgawek, zwierzęta giną w pierwszym miesiącu; cecha jest związana z płcią. Myszy Quaking zachowują 25—30% mieliny i zaburzenie nie powoduje skrócenia życia; cecha przekazywana jest w sposób autosomalny, recesywny.

Badania nad kinetyką przyrostu poszczególnych składników mieliny w ontogenetycznym rozwoju mózgu wykazały, że u normalnych zwierząt równolegle do przyrostu mieliny następuje wzrost ilości cerebrydów i sulfatydów, natomiast u mutantów w tym samym okresie przyrost jest minimalny. Co więcej o ile u zdrowych zwierząt aktywność trzech głównych enzymów biorących udział w syntezie galaktolipidów (dwu galaktozylotransferaz i sulfotransferazy) zaczyna rosnąć w momencie początku mielinizacji, osiąga maksimum w okresie najintensywniejszej mielinizacji i potem lekko spada, u mutantów w tym samym okresie wzrost aktywności enzymatycznej jest minimalny lub żaden, równoległy do względnego stopnia mielinizacji u danego mutantu.

Stwierdzono też obniżenie syntezy długołańcuchowych kwasów tłuszczowych, cholesterolu i proteolipidów. Enzymy mutantów nie różnią się właściwościami fizykochemicznymi od enzymów myszy zdrowych, co wyklucza możliwość defektu genu strukturalnego. Wydaje się, że mutacja dotyczy w przypadku Jimpy i MSD zaburzenia proliferacji oligodendrocytów, zaś w przypadku Quaking albo genu regulującego lub jego depresora, albo genu odpowiedzialnego za produkcję czynnika wpływającego na współdziałanie oligodendrocytów z aksonem, albo wreszcie późniejszego stadium transkrypcji. Byłby to typ mutacji nie opisany jeszcze u zwierząt wyższych. Dotychczas znane przypadki genetycznie uwarunkowanej demielinizacji u ludzi przypisywano mutacjom genu strukturalnego, powodującym nieprawidłową degradację składników mieliny. Badane mutanty myszy mają upośledzoną syntezę mieliny. W laboratorium prof. Mandla wykazano, że tego typu zaburzenia mogą również zdarzać się u ludzi.

Badania nad resztkową mielina mutantów pozwoliły też na wysnucie lub potwierdzenie innych wniosków dotyczących mieliny. Okazało się, że składnikiem mieliny jest jeden rodzaj gangliozydów-glikolipidów, dawniej przypisywanych jedynie korze mózgowej. W mielinie też zlokalizowany jest enzym hydrolizujący cykliczny AMP (3'fosfohydrolaza cAMP) związek o kluczowym znaczeniu w przekazywaniu informacji komórkowych.

Znajomość korelacji między dziedziczeniem typu zachowania się, zaburzenia neurologicznego itp. a dziedziczeniem jakiejś cechy biochemicznej może wnieść kapitalny wkład do psychiatrii, psychologii klinicznej i neurologii; pozwala na wykrycie biochemicznego podłoża poszczególnych funkcji systemu nerwowego. Stwierdzenie, że jakieś zaburzenie jest dziedziczne nie znaczy, że jest nieuleczalne. Przeciwnie, wyrażenie objawów klinicznych w terminach molekularnych daje perspektywę możliwości skorygowania braków metabolicznych czynnikami chemicznymi a więc nadzieję na leczenie racjonalne, przyczynowe a nie objawowe. Jest to jedyna realna perspektywa zapobiegania skutkom chorób dziedzicznych.

PRZYSADKA A ZACHOWANIE*

W odpowiedzi na atak człowiek jak i zwierzę zmienia swoje zachowanie. Stara się uniknąć zagrożenia, względnie zabezpieczyć się przed nim. Nabycie i retencja reakcji przystosowawczych zapewnia przetrwanie organizmu.

Prawie od 30 lat znana jest rola hormonu adrenokortykotropowego (ACTH) produkowanego przez przysadkę pod wpływem nieswoistych bodźców stressowych takich jak zimno, uraz lub reakcje psychiczne. ACTH pobudza korę nadnerczy do syntezy i wydzielania produkowanych przez nią hormonów do krwiobiegu. Hormony te wywołują niezbędną reakcję adaptacyjną organizmu. Powstałe pytanie, czy przysadka pełni również rolę w nabywaniu nowego zachowania.

Na początku lat pięćdziesiątych grupa badaczy amerykańskich zaobserwowała, że reakcja wyuczona trwała znacznie dłużej u zwierząt, którym podawano ACTH, niż u zwierząt, którym nie podawano tego hormonu. Stwierdzono następnie, że zwierzęta, którym operacyjnie usunięto przysadkę, znacznie wolniej uczyły się danych testów. Podanie ACTH w znacznej mierze przywracało zdolność uczenia się.

W celu zbadania roli przysadki w uczeniu nowego zachowania zastosowano szereg różnych tekstów behawioralnych. Uzyskane informacje na ten temat pochodzą przede wszystkim z badań zespołu prof. de Wieda z Utrechtu. Obiektem badań były szczury. W jednym z testów szczury uczono warunkowej reakcji unikania (CAR) w aparacie typu „shuttle-box”. Bodźcem warunkowym był dźwięk dzwonka, bezwarunkowym szok elektryczny. Stwierdzono, że usunięcie przysadki hamuje uczenie warunkowej reakcji unikania. Procent zwierząt, które nauczyły się CAR był znikomy, nawet po przedłużonym okresie treningu. Podawanie operowanym szczurom ACTH przywracało zdolność do nauczenia się warunkowej reakcji unikania.

Obserwowany wpływ ACTH mógł być bezpośredni lub pośredni — poprzez stymulujące działanie na sekrecję hormonów kory nadnerczy. Jednakże ta ostatnia możliwość została wykluczona, ponieważ nie obserwowano wpływu kortyzonu na zdolność uczenia się CAR. Ponadto wykazano, że zwierzęta operacyjnie pozbawione nadnerczy w pewnych warunkach uczyły się nawet szybciej odruchu unikania niż zwierzęta normalne. Fakt ten można tłumaczyć wzrostem poziomu ACTH we krwi po usunięciu nadnerczy.

Podobny efekt jak dla ACTH obserwowano również dla syntetycznych pochodnych tego hormonu o znacznie skróconej sekwencji aminokwasowej: $ACTH_{1-10}$ i $ACTH_{4-10}$, (gdy ACTH zawiera 39 aminokwasów), oraz dla hormonu α -melanotropowego (α -MSH), który zawiera fragment sekwencji aminokwasów identyczny z fragmentem sekwencji aminokwasowej ACTH. Pochodne te natomiast nie działają stymulująco na korę nadnerczy. Fakty te wskazują na bezpośredni udział produktów sekrecji przysadki na CAR.

Murphy i Miller z Pittsburgha stwierdzili, że ACTH wpływa na wydłużenie wygaszania warunkowej reakcji unikania w aparacie „shuttle-box”. Niezależnie od tego inna grupa autorów obserwowała wyraźny wpływ hormonu α -MSH na wydłużenie czasu wygaszania wytworzonej u szczurów reakcji pokarmowej. Badano również wpływ hormonów przysadki na reakcję biernego unikania (passive avoidance), Szczury, które mają wrodzoną preferencję do przebywania w ciemności, umieszczano na oświetlonej platformie klatki. Z chwilą kiedy szczur schronił się do ciemnej części pomieszczenia, otrzymywał tam szok elektryczny. W

* David de Wied — *L'hypophyse et le comportement*, La Recherche 39, 4, 939—943, 1973.

24 godz. później szczur wahał się zanim udał się do nie oświetlonej części aparatu. W teście tym utajony okres reakcji (latencja) wydłużał się pod wpływem podawania ACTH i jego pochodnych.

Badacze holenderscy prześledzili wpływ różnych peptydów — pochodnych ACTH na wygaszanie warunkowej reakcji unikania przy zastosowaniu testu „pole-climbing”. W teście tym szczury skakały na pionowo przymocowany pręt, bodźcem warunkowym był sygnał świetlny, bezwarunkowym — szok elektryczny. Stwierdzono, że najmniejszą cząstką zdolną wydłużyć czas wygaszenia tej reakcji

jest peptyd złożony z czterech aminokwasów o sekwencji ACTH_{4-7} (H-met-glu-
6 7

-his-pheOH.). Przeprowadzono następnie cały szereg modyfikacji ACTH_{4-10} zastępując jedne aminokwasy drugimi i badano wpływ ich podania na wygaszanie CAR. Okazało się, że zastąpienie l-fenylalaniny przez jej prawoskrętny izomer wywołuje efekt przeciwny, tzn. obserwuje się skrócenie czasu wygaszania CAR. Natomiast peptyd zmodyfikowany w ten sposób, że tryptofan znajdujący się w pozycji 9 zastąpiono fenylalaniną, argininę w pozycji 8 lizyną, a metionina w pozycji 4 została utleniona, ma efekt 1000-krotnie silniejszy niż ten, który obserwowano dla ACTH_{4-10} . Już 1 nanogram tej zmodyfikowanej pochodnej wystarcza, aby wpłynąć na ekstynkcję CAR. Zagadnienie skomplikowało się jednak, gdy stwierdzono, że wycięcie tylnego płata przysadki wpływa na skrócenie czasu ekstynkcji CAR, aczkolwiek sam proces uczenia przebiega normalnie.

Wiadomo jest, że tylny płat przysadki zawiera wazopresynę i oksytocynę. Podanie zwierzętom operowanym wazopresyny przywracało w pewnym stopniu normalny przebieg wygaszania CAR. Z punktu widzenia chemicznego ACTH i wazopresyna różnią się bardzo. Jednakże efekt działania tych dwóch hormonów na warunkową reakcję unikania zdawał się być podobny: obie substancje powodowały wydłużenie czasu wygaszania tej reakcji. Doświadczenia przeprowadzone na szczurach pozbawionych przysadki wykazały jednak, że wpływ tych hormonów różni się. By przywrócić normalny przebieg uczenia się CAR u tych zwierząt wystarczy jednorazowe podanie lizyny-wazopresyny, natomiast w przypadku ACTH_{4-10} konieczne jest ciągłe jego podawanie, gdyż z chwilą zaprzestania iniekcji CAR jest hamowana.

Dalsze badania poszły w kierunku izolacji różnych peptydów wytwarzanych przez przysadkę, w nadziei znalezienia krótkich peptadów odpowiadających budową syntetycznym pochodnym ACTH i wazopresyny, które wpływały na wygaszenie CAR. Udało się wyodrębnić i zidentyfikować peptyd podobny do lizyno-wazopresyny lecz pozbawiony końcowego aminokwasu — glicyny. Stwierdzono, że peptyd ten działał w podobny sposób jak lizyno-wazopresyna na retencję CAR, nie wykazywał natomiast prawie żadnego efektu na ciśnienie krwi i metabolizm wody. Oprócz tej substancji udało się wyizolować kilka innych peptydów zbliżonych budową do ACTH bądź α -MSH, jednakże ich wpływ na uczenie nie został jeszcze przebadany. Substancje te nazwano neuropeptydami.

Próbowano zlokalizować miejsce działania peptydów wydzielanych przez przysadkę i wpływających na uczenie się zwierząt. Wydaje się, że substancje te działają na wzgórze (thalamus) a zwłaszcza na jądro przypędkowe (nucleus parafascicularis). Zniszczenie elektrokoagulacyjne tej części mózgu znosi wpływ MSH na wygaszanie CAR w „shuttle-box”. Z kolei stymulacja elektryczna jądra przypędkowego jak również podawanie w tej okolicy śladowych ilości ACTH_{1-10} hamuje wygaszanie CAR. Możliwe, że informacja pochodząca ze środowiska zewnętrznego tam właśnie zostaje przetłumaczona przy pomocy neuropeptydów,

a więc substancje te mogłyby w tej części mózgu modulować przekazywanie sygnałów do komórki nerwowej.

W tej chwili nie ma dostatecznych danych, które pozwoliłyby odpowiedzieć na pytanie jaki jest mechanizm działania tych peptydów. Z badań Hyd'ena oraz Glassmana wynika, że istnieje związek pomiędzy procesami biochemicznymi zachodzącymi w mózgu a zachowaniem się. Próbowano zatem zbadać wpływ tych substancji na syntezę kwasów nukleinowych i białek. Okazało się, że na skutek usunięcia przysadki spada zawartość RNA w mózgu, równocześnie obserwuje się redukcję dużych polisomów. Przy użyciu metod izotopowych stwierdzono, że synteza RNA jest wyraźnie zwolniona, podobnie zresztą jak i szybkość syntezy białek. Zmniejszenie liczby jedynie dużych polisomów podobnie jak i zaledwie mierzalny spadek zawartości białek w pniu mózgu sugerują, że wpływ usunięcia przysadki dotyczy tylko syntezy niewielkiej części białek, o bardzo szybkim metabolizmie.

Badano wpływ podawania niektórych pochodnych ACTH na szybkość syntezy białek mózgu. ACTH₁₋₁₀, która przywraca niemal całkowicie zdolność uczenia się u zwierząt pozbawionych przysadki, normalizuje również szybkość syntezy białek o szybkim metabolizmie. Natomiast ACTH₁₁₋₂₄, która nie wpływa na uczenie się zwierząt, również nie działa na syntezę białek.

Dotychczas jednak nie wiadomo dokładnie jaką rolę pełnią białka o bardzo szybkim metabolizmie. De Wied i współautorzy zakładają prowizorycznie, że mają one związek ze stanem funkcjonalnym błon komórek nerwowych, co powoduje modyfikacje funkcji neuronów.

Jolanta Skangiel-Kramska

CZAS TRWANIA PLIOCENU*

Dotychczasowe oceny czasu trwania pliocenu wahają się w szerokich granicach — od niewiele ponad 1 mln lat do ponad 10 mln lat. Wiek granicy miocen—pliocen jest oceniany w jednym skrajnym przypadku na ok. 2,7—3,0 mln lat, w drugim — na 15 mln lat. Paleontolodzy zajmujący się kręgowcami oceniają go na ok. 10—12 mln lat. Utożsamiają oni granicę tych dwu epok wraz z pojawieniem się pierwszego trójpalczastego Hippariona, co miało miejsce w dolnej części stratotypu pontu — drugiego od dołu piętra pliocenu.

Przy wykorzystaniu pierwiastków promieniotwórczych został ustalony wiek bezwzględny dla tufów wulkanicznych przewarstwiających się ze skałami osadowymi messinianu (najwyższy miocen) w Maroku na ok. 6,6—8,0 mln lat. Wskazywałoby to na to, że wiek granicy między mioceniem a pliocenem określonej w sukcesji osadów morskich na obszarze śródziennomorskim jest młodszy niż 8 mln lat. Natomiast oznaczenie wieku trachitu, który zmetamorfizował skały dolnego pliocenu w Toskanii, na 4,7 mln lat, oraz wyniki studiów biostratygraficzno-paleomagnetycznych wskazują, że granica ta ma wiek ok. 5 mln lat.

Podobnie ocena wieku granicy pliocen-plejstocen waha się w szerokich granicach — od ok. 0,6 mln lat do ponad 4 mln lat. Dotychczas wiązano ją z pojawieniem się fauny z Villafranca, którą wielu paleontologów zaliczało do najstarszego plejstocenu. Według najnowszych danych jest ona późnopliocenska

* W. A. Berggren — *The Pliocene time scale. Calibration of planctonic foraminiferal and calcareous nannoplankton zones.* Nature, vol. 243, June 15, 1973.

(przedkalabryjska). Natomiast wiek dolnej granicy piętra kalabryjskiego (najstarszy plejstocen) w stratotypie w Santa Maria di Catenzaro jest oceniany na ok. 1,8 mln lat.

W. A. Berggren (1973) przeprowadził dokładne badania mikropaleontologiczne ciągłego profilu węglanowego datowanego na górny miocen — górny pliocen. Został on pobrany z Morza Labradorskiego podczas 12 etapu Deep Sea Drilling Project. W pracy tej obok własnych obserwacji uwzględnił wyniki dotychczasowych badań zarówno mikropaleontologicznych, jak również próby określenia wieku pliocenu przy pomocy innych metod.

Ustanowił on nową zonację dla pliocenu w oparciu o otwornice planktoniczne, przeprowadził korelację tych zon z zonami wyróżnionymi na podstawie wapiennego nannoplanktonu oraz obydwie te podziały przyrównał do paleomagnetycznej skali czasu.

Dla wyznaczenia dolnej granicy pliocenu przyjął on następujące kryteria:

1) wymarcie otwornicy *Globoquadrina dehiscens* datowane na ok. 5 mln lat temu,

2) pierwsze pojawienie się otwornic *Sphaeroidinella dehiscens* i *Globorotalia tumida* — ok. 4,9 mln lat temu,

3) pierwsze pojawienie się kokkolita *Ceratolithus amplificus* — ok. 4,8 mln lat temu.

Wymienione wyżej zdarzenia miały miejsce w dolnej części Gilbert Reversed Epoch w paleomagnetycznej skali czasu. Dolna granica tej epoki datowana jest na ok. 5,2 mln lat.

Dla celów praktycznych umieścił więc Berggren granicę miocen—pliocen w przedziale 4,9—5,2 mln lat temu.

Natomiast górną granicę pliocenu wyznaczył on opierając się na następujących podstawach:

1) wymarcie otwornicy *Globigerinoides obliqua extrema* u podstawy Olduvai Event ok. 1,8 mln lat temu w Matuyama Reversed Epoch w paleomagnetycznej skali czasu.

2) pierwsze pojawienie się trochę wyżej otwornicy *Globorotalia truncatulinoides* — ok. 1,7 mln lat temu,

3) wymarcie discoastrów (kokkolity) w górnej części tej serii — ok. 1,65 mln lat temu,

4) wymarcie otwornicy *Globigerinoides fistulosa* jeszcze wyżej — ok. 1,6 mln lat temu.

Ze względu na niejednoczesne zachodzenie tych zjawisk w czasie granicę między pliocenem a plejstocenem postawił autor u podstawy Olduvai Event ok. 1,8 mln lat temu.

Wykazał więc on, że czas trwania pliocenu wynosił ok. 3,2 mln lat, uzasadnił postawienie jego dolnej granicy ok. 5 mln lat, a górnej 1,8 mln lat temu, jak również umieścił skorelowane ze sobą zonacje pliocenu — na podstawie otwornic planktonicznych i wapiennego nannoplanktonu — w paleomagnetycznej skali czasu, przez co bardzo niejednoznaczne dotychczas ustalenia uzyskały jednoznaczną wymowę.

Opracowanie podziału stratygraficznego dla ciągłego profilu pliocenu w oparciu o kilka grup organizmów, jak również umieszczenie wyróżnionych zon w bezwzględnej skali czasu, ma bardzo duże znaczenie dla dalszych badań nad osadami tego wieku.

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI WYDZIAŁU II PAN W 1973 R.*

I. WAŻNIEJSZE WYNIKI BADAŃ W SKALI KRAJOWEJ

W 1973 r. osiągnięto następujące ważne wyniki badań:

W dziedzinie biologii molekularnej:

- Nowe dane o mechanizmie biosyntezy białka u roślin (Zakład Genetyki Roślin PAN, prof. dr J. Pawełekiewicz, problem 09.3.1).
- Nowe dane o zmianach enzymatycznych w komórkach ludzkich i zwierzęcych pod wpływem transformacji wirusowej (Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, prof. dr Z. Zielińska, problem PAN-22).
- Wykazanie związku pomiędzy błoną jądrową a replikacją DNA w aparacie jądrowym komórek roślinnych i scharakteryzowanie polimerazy DNA u jąder (Instytut Biochemii UW, doc. dr K. Toczko, dr A. Pawełekiewicz, dr A. Jerzmański).
- Wyizolowanie i scharakteryzowanie czynnika sterującego wydłużaniem łańcucha peptydowego w komórkach roślinnych (Międzyuczelniany Instytut Biochemii AR w Poznaniu, doc. dr A. Legocki).
- Wyizolowanie i zbadanie mutantów grzyba kropidlaka (*Aspergillus nidulans*), przy pomocy których zidentyfikowano alternatywny szlak biosyntezy metioniny (Instytut Biochemii i Biofizyki PAN, dr A. Paszewski, mgr P. Stępień, mgr J. Grabski).
- Wyizolowanie i zbadanie właściwości polipeptydowych inhibitorów enzymów proteolitycznych oraz uzyskanie jednego z nich — poliwalentnego inhibitora kalikreiny i trypsyny — w formie krystalicznej (Instytut Biochemii Uniw. Wrocławskiego, prof. dr W. Mejbaum-Katzenellenbogen).
- Nowe dane do modelu procesu przekazywania informacji genetycznej przez koniugację bakterii (Instytut Genetyki Uniwersytetu Warszawskiego, prof. Wł. Kunicki-Goldfinger z zespołem).
- Wykazanie za pomocą modyfikacji zasad w RNA faga f2, ważność roli uporządkowanej struktury RNA w prawidłowym inicjowaniu syntezy białka (Instytut Biochemii i Biofizyki PAN, prof. P. Szafrński z zespołem).

W dziedzinie biologii komórki:

- Określenie znaczenia błon cytoplazmatycznych dla agregacji białek kurczliwych w cytoplazmie (Instytut Biologii Molekularnej UJ, doc. dr J. Korohoda, problem PAN-22).
- Uzyskanie nowych danych o strukturze połączeń nerwowo-mięśniowych (Instytut Zoologii UJ, doc. dr W. Kilariski, problem 09.4.1).
- Określenie i wyjaśnienie reakcji pobudliwości i reakcji ruchowych u pierwotniaków oraz uzyskanie nowych danych o mechanizmie pobudliwości u pierwotniaków (Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, prof. dr S. Dryl, doc. dr L. Kuźnicki, problem PAN-22).

* Zatwierdzono na Zebraniu Plenarnym Wydziału w Krakowie w dniu 16.V.1974 r

- Określenie mechanizmu transportu jonów i metabolitów przez błony mitochondrialne (Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, prof. dr L. Wojtczak, problem PAN-22).

W dziedzinie embriologii:

- Przeprowadzenie eksperymentów nad stymulacją i wczesnymi stadiami rozwoju haploidalnych jaj ssaków (Instytut Zoologii UW, prof. dr A. K. Tarkowski).

W dziedzinie paleontologii:

- Wyjaśnienie ultrastruktury graptolitów (Instytut Geologii Podstawowej UW, prof. dr A. Urbanek).
- Określenie przebiegu wczesnej ewolucji ssaków (Zakład Paleozoologii PAN, prof. dr Z. Kielan-Jaworowska).
- Określenie budowy i stanowiska systematycznego jurajskich roślin z grupy Caytoniales (Instytut Botaniki PAN, dr M. Reyman, problem PAN-26).

W dziedzinie neurofizjologii:

- Określenie kompleksu białek regulujących skurcze i rozkurcze mięśni (Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, prof. dr W. Drabikowski, problem 09.4.1).
- Określenie zmian w rdzeniu i nerwach obwodowych w procesie starzenia się człowieka (Klinika Neurologiczna AM w Warszawie, prof. dr I. Hausmanowa-Petrusewicz, problem 09.4.1).
- Zbadanie mechanizmów regulacji zdolności do wysiłku i tolerancji na wysoką temperaturę otoczenia u człowieka (Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, doc. dr St. Kozłowski, problem 09.4.1).
- Określenie działania przeciwbólowego i przeciwzapalnego nikotyny-lotryptamidu oraz zależności pomiędzy strukturą chemiczną a działaniem szeregu związków z grupy pirydylo-tryptamidów (Zakład Farmakologii PAN, prof. dr J. Maj, problem 09.4.1).

W dziedzinie ekologii:

- Określenie bilansów energetycznych, w szczególności organizmów wodnych oraz ocena produktywności niższych pięt troficznych (Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, prof. dr R. Klekowski, problem 09.1.7).

W dziedzinie parazytologii:

- Poznanie morfologii i morfogenezy tasiemców, biologii ich rozwoju i cykliów rozwojowych (Instytut Biostruktury AM w Warszawie, prof. dr B. Czaplński).

II. WAŻNIEJSZE WYNIKI BADAŃ UZYSKANE W RAMACH REALIZACJI PROBLEMÓW WĘZŁOWYCH I RESORTOWYCH

Instytut Biochemii i Biofizyki PAN Problem 09.3.1: „Badania nad informacją genetyczną u mikroorganizmów roślin i zwierząt w celu doskonalenia ich cech użytkowych”.

Wyniki badań o charakterze poznawczym i użytkowym:

- prace zespołu prof. J. Trojanowskiego (Instytut Biochemii i Mikrobiologii UMCS, Lublin) nad zastosowaniem grzyba (bocznik ostrygowaty) do detoksykacji odcieków przemysłowych i jednoczesnej produkcji biomasy, które zostały poważnie zaawansowane. Dowodem tego jest uzyskanie patentu (B-134840) na część procesu technologicznego oraz rozpoczęcie prób w skali półtechnicznej w Zakładach Celulozowych w Niedomicach.
- Zespół dr M. Małuszyńskiego (Zakład Genetyki Roślin PAN, Poznań) wypracował technikę użycia środków chemicznych do mutagenizacji roślin uprawnych. Serię wstępnie sprawdzonych mutantów jęczmienia (m.in. wykazujące

- zwiększoną zawartość białka) przekazano do dalszych zabiegów hodowlanych Stacji Hodowli Roślin w Polanowicach-Łagiewnikach.
- Zespół dr J. Molskiego (Pracownia Zasobów Genowych Zakładu Genetyki Roślin) opracował metodę przygotowania ziarniaków zbóż do wieloletniego przechowywania. Została ona przekazana Stacjom Oceny Roślin.
 - Zespół doc. H. Oberman uzyskał szereg mutantów drożdży winiarskich o zwiększonej produkcyjności alkoholu w niskich temperaturach fermentacji. Niektóre z nich uzyskały już pozytywną ocenę po próbach wielokolaboratoryjnych i przemysłowych w Łódzkiej Wytwórni Win oraz w Wytwórni Win w Suchej.
- Instytut Biologii Doświadczalnej PAN. Problem węzłowy 09.4.1.: „Struktura i funkcja układu nerwowego”.
- Zespół kierowany przez prof. dr E. Fonberg (Instytut Biologii Doświadczalnej PAN im. M. Nenckiego) oraz prof. O. Narkiewicza (Akademia Medyczna — Gdańsk) przy pomocy metod fizjologicznych, neuroanatomicznych i neurochemicznych wykazał rozdzielność funkcji części grzbietowo-przyśrodkowej i części podstawno-bocznej ciała migdałowatego oraz ich powiązań z podwzgórzem. Wyniki te mają znaczenie dla klinik neurochirurgicznych i psychiatrycznych.
 - Zespół Neurofizjologii Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN pod kierunkiem prof. dr hab. W. Karczewskiego wykazał udział struktur podwzgórza w regulacji oddychania w wysokiej temperaturze otoczenia. Wyniki te mają znaczenie praktyczne w anestezjologii i neurochirurgii, wykazują potencjalne niebezpieczeństwa wynikające z nadmiernej wentylacji stosowanej u pacjentów w celach terapeutycznych.
 - Zespół Fizjologii Pracy Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN pod kierunkiem dr hab. St. Kozłowskiego dokonał zasadniczego postępu w poznaniu elementarnych mechanizmów regulacji zdolności do wysiłku i tolerancji wysokiej temperatury otoczenia. Wyniki te pozwolą na dokonywanie oceny zdolności do pracy w określonych warunkach środowiska u ludzi cierpiących na cukrzycę.
 - Zespół pod kierunkiem prof. dr hab. M. Mossakowskiego (Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN) badając reakcje tkanki nerwowej na ostre przemijające niedokrwienie, sformułował szereg wniosków dotyczących postępowania klinicznego w warunkach ostrych krwotoków dla zapobieżenia trwałym uszkodzeniom tkanki nerwowej.
 - Zespół pod kierunkiem prof. Ireny Hausmanowej-Petrusewicz (Klinika Neurologiczna AM w Warszawie) przeprowadził morfologiczno-elektrofizjologiczne badania nad zmianami w rdzeniu i nerwach obwodowych w procesie starzenia się człowieka. Wyniki mają istotne znaczenie praktyczne w geriatrii.
 - Zespół pod kierunkiem prof. W. Drabikowskiego (Instytut Biologii Doświadczalnej PAN im. M. Nenckiego) przeprowadził biochemiczne badania nad budową i funkcją kompleksu białek regulujących cykl skurczowo-rozkurczowy w mięśni. Wyniki poza dużym znaczeniem poznawczym (poznanie mechanizmu skurczu) mają znaczenie dla zrozumienia etiologii niektórych schorzeń mięśni.
 - Zespół pod kierunkiem prof. dr J. Maja (Zakład Farmakologii PAN) poszukując nowych leków psycho- i neurotropowych zbadał działanie przeciwbólowe i przeciwzapalne nikotynylotryptamidu oraz ustalił zależności pomiędzy strukturą chemiczną a działaniem szeregu związków z grupy pirydylotryptamidów. Wyniki przekazano do Zjednoczenia Przemysłu Farmaceutycznego „Polfa”.
- Problem PAN-22: „Morfofizjologia i biochemia komórki i struktur subkomórkowych”.
- Badania metabolizmu energetycznego i przepuszczalności błon mitochondrialnych wykazały, że kwasy tłuszczowe i ich tioestry z koenzymem A zwiększają

- przepuszczalność błon mitochondrialnych dla kationów jednowartościowych, obniżają zaś transport fosforanu oraz nukleotydów adeinowych. Dane te przyczyniają się do wyjaśnienia regulacji niektórych procesów przemiany materii. Uzyskane wyniki mają poważne znaczenie dla właściwej interpretacji niektórych stanów patologicznych, jak zaburzenia termoregulacji, gospodarki wodnej oraz choroby cukrzycowej (prof. dr L. Wojteczak, doc. dr hab. A. Wojteczak — Instytut Biologii Doświadczalnej PAN im. M. Nenckiego).
- Badania niektórych procesów biosyntetycznych pozwoliły na stwierdzenie, że reduktaza dihydrofolianowa z komórek transformowanych — w przeciwieństwie do syntezy formylotetrahydrofolianu — cechuje się dużą zmiennością aktywności i właściwościami. Wyniki te są podstawowe dla poznania biologii nowotworów (prof. dr Z. Zielińska — Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN).
 - Stwierdzono istnienie u *Paramecium* powłoczki powierzchniowej błony plazmatycznej, zbudowanej z różnej długości łańcuchów glikoproteidowych względnie lipoglikoproteidowych. Wykazano, że detergenty anionowe wpływają stymulująco na pobudliwość komórki pierwotniacznej, a w wyższych stężeniach mogą hamować proces fagocytozy.
- Określono również stopień wiązania jonów wapnia w błonie komórkowej, przy którym zachowane są reakcje ruchowe ameby. Przedstawione wyniki badań przyczyniają się do lepszego poznania struktury i funkcji błon biologicznych (prof. dr St. Dryl, doc. dr hab. L. Kuźnicki, doc. dr hab. A. Przełęcka — Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN).
- Instytut Ekologii PAN. Problem węzłowy 09.1.7.: „Zwiększenie produkcji biomasy poprzez badania nad produktywnością ekosystemów”. Najważniejsze osiągnięcia w 1973 r. są następujące:
- Ocena gospodarki energetycznej i materiałowej agrocenoz (doc. dr L. Ryszkowski z zespołem, Instytut Ekologii PAN). Praca ma znaczenie poznawcze oraz stanowi etap na drodze ustalenia metod zwiększenia produktywności ekosystemów polnych.
 - Analiza mechanizmów i prawidłowości w reakcji ekosystemów jeziornych na stymulowaną eutrofizację, drogą nawożenia mineralnego (doc. dr Z. Kajak z zespołem, Instytut Ekologii PAN). Praca ma znaczenie poznawcze oraz praktyczne: dla opracowania metod przeciwdziałania nadmiernej eutrofizacji jezior.
 - Przeciwdziałanie degradacji jezior drogą napowietrzania wód naddennych (doc. S. Sikorowa z zespołem, Instytut Hydrobiologii i Ochrony Wód ART — Olsztyn). Praca ma znaczenie praktyczne dla zapobiegania następstwom degradacji jezior.
 - Ocena wielkości i dynamiki produkcji roślinnej ekosystemów trawiastych (doc. T. Traczyk z zespołem, Instytut Ekologii PAN). Praca ma znaczenie poznawcze oraz praktyczne dla gospodarki łąkarskiej.
 - Określenie zasobów pokarmowych Bałtyku i ich udziału w pokarmie ryb przemysłowych (dr K. Siudziński, Morski Instytut Rybactwa w Gdyni). Praca ma znaczenie poznawcze i praktyczne jako etap na drodze ustalenia metod właściwej gospodarki zasobami morskimi.
- Zakład Ochrony Przyrody PAN. Problem PAN-21: „Ochrona i kształtowanie przyrodniczego środowiska człowieka”.
- Tematy zrealizowane i przekazane do praktycznego wykorzystania:
- Kompleksowy program ochrony obszarów i obiektów chronionych o szczególnych walorach przyrodniczych (wykonany w ramach programu rządowego „Kompleksowy program ochrony środowiska”). Wyniki zostaną wykorzystane w wieloletnich planach krajowych i zagranicznych. Bezpośrednim odbiorcą pracy

- jest Instytut Kształtowania Środowiska w Warszawie. Wykonawca: Zakład Ochrony Przyrody PAN w Krakowie, zespół 16-osobowy pod kierownictwem prof. dr Kazimierza Zabierowskiego.
- Zniekształcenie siedlisk borowych i wpływ emisji gazów przemysłowych na wybrane gatunki drzew w Śląsko-Dąbrowskim Okręgu Przemysłowym i jej wpływ na produktywność drzewostanów.
Praca wykazuje znaczenie bioindykatorów w ocenie zagrożeń środowiska ze strony przemysłu, a także daje podstawy naukowe dla kształtowania obszarów zielonych w strefach przyprzemysłowych. Wykonawca: Instytut Botaniki PAN, dr Jan Greszta.
 - Opracowanie przyrodnicze i ekonomiczne uzasadnionej rekultywacji rolnej zwałowiska Kopalni Węgla Brunatnego „Konin”. Wyniki prac Stacji na bieżąco przekazywane są Dyrekcji Kopalni Węgla Brunatnego „Konin”, która według tych zaleceń naukowych prowadzi prace rekultywacyjne. Wykonawca: Zakład Ochrony Środowiska Regionów Przemysłowych GOP, zespół 3-osobowy pod kierownictwem prof. dr J. Palucha.
 - Zasady gospodarowania zasobami przyrody na tle i w powiązaniu z elementami środowiska przyrodniczego na przykładzie Wschodnio-Beskidzkiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Uzgodniono nawiązanie bezpośredniej współpracy z władzami terenowymi celem wykorzystania wyników w planach rozwoju i działalności bieżącej. Wykonawca: Zakład Ochrony Przyrody PAN, mgr Zbigniew Gawlikowski.
 - Eutrofizacja wód płynących na przykładzie rzek górskich i nizinnych. Wyniki uzyskano z badań hydrochemicznych rzeki Nidy ze szczególnym uwzględnieniem strefy zanieczyszczonej; przekazano je dla wykorzystania przy opracowaniu wstępnego projektu zbiornika zaporowego w Brzegach oraz do ustalenia prognoz zmian w tym zbiorniku i jego otoczeniu. Wykonawcy: Zakład Biologii Wód PAN, doc. dr Kazimierz Pasternak.
Instytut Botaniki PAN. Problem PAN-26: „Współczesna i kopalne flory Polski”.
 - Porosty polskie (autorzy: J. Nowak, Z. Tobolewski). „Porosty polskie” są pierwszym polskim kluczem do oznaczania wszystkich (w liczbie około 1700 gatunków) porostów znanych dotychczas z terenu Polski. Uwzględniła on osiągnięcia ostatnich lat zawarte w najnowszej literaturze lichenologicznej. Będzie ważnym podręcznym dziełem dla lichenologów, studentów leśnictwa i botaniki oraz miłośników przyrody. Nowością na skalę światową jest także wprowadzenie klucza do oznaczania gatunków w stanie płonnym (około 10% porostów nadzwyczaj rzadko tworzy owocniki, co utrudniało dotychczas ich oznaczanie).
 - Opublikowano V tom Flory Grzybów Polski pt. „Ustilaginales” (autorzy: J. Kochman, T. Majewski).
 - Oddano do druku kolejny tom Flory Słodkowodnej Polski pt. „Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae” (autor: K. Starmach), oraz I tom nowej serii Mała Flora Grzybów.
Instytut Zoologii PAN. Problem PAN-27: „Współczesna i kopalne fauny Polski”.
 - Przygotowano do druku 8 opracowań monograficznych, ważniejsze z nich to:
 - Blattodea i Mantodea Polski, W. Bazyluk (Instytut Zoologii PAN),
 - Coleoptera-Dermestidae Polski, M. Mroczkowski (Instytut Zoologii PAN),
 - Opiliones Polski, W. Starega (Instytut Zoologii PAN),
 - Amphibia fauny słodkowodnej Polski, L. Berger (Instytut Zoologii PAN).
 - Z zakresu podstaw systematyki wewnątrzgatunkowej wybranych grup fauny Polski należy wyróżnić prace nad kariologią: węgorza (T. Passakas) i certy

- (Z. Rudek) wykonane w Zakładzie Zoologii Systematycznej i Doświadczalnej PAN.
- W Zakładzie Badania Ssaków PAN opracowano sezonową zmienność wskaźników krwi Soricidae (kierownik zespołu: prof. dr Z. Pucek).
 - W Zakładzie Paleozoologii PAN sprecyzowano na podstawie analizy mikrofauny otwornicowej wiek i warunki tworzenia się tzw. złóż babickich w Karpatach Zewnętrznych Polski, przeprowadzono międzykontynentalną korelację osadów górno-paleoceńskich i nakreślono obraz paleografii w najniższym paleogenie (K. Pożaryska i J. Szczechura).
- Problem 09.13.: „Opracowanie i wdrożenie nowoczesnych asortymentów pestycydów i metod ochrony roślin ograniczających szkodliwy wpływ pestycydów”.
- W Instytucie Zoologii PAN zakończono i oddano do druku opracowanie zbiorowe pod kierownictwem doc. H. Szelegiewicza pt. „Struktura i fenologia kompleksu mszyce-afidofagi na uprawach lucerny w Polsce”, praca ta ma praktyczne znaczenie dla rolnictwa.
- Problem Min. Rolnictwa 137: „Zagospodarowanie rybackie zbiorników o wodach podgrzanych”.
- W Oddziale Instytutu Zoologii PAN w Poznaniu zakończono badania jakościowe nad wpływem zrzutu wód podgrzanych na zoobentos zbiorników wodnych okolic Konina.
- Zakład Antropologii PAN. Problem PAN-28: „Antropologia ontogenetyczna i antropometria”.
- Opracowano wielocechowy miernik stanu dojrzałości fizycznej dziecka w wieku szkolnym. Nowy miernik opierający się na kilkunastu cechach charakteryzuje dojrzewanie płciowe, dojrzewanie kości i skok pokwitaniowy wzrastania, stanowi ogólną miarę zaawansowania rozwojowego dziecka. Praca posiada znaczenie dla badań rozwojowych oraz dla praktyki, głównie dla pediatrii (doc. T. Bielicki).
 - Przeprowadzono badania ergonomiczne nowego samochodu ciężarowego dużej ładowności „Jelcz 136” dla Jelczańskich Zakładów Samochodowych (dr Z. Welon).
- Zakład Parazytologii PAN. Problem PAN-29: „Badania nad zjawiskami pasożytnictwa zwierzęcego w układach pasożyt-żywicieli”.
- Wykazano, że ekologia pasożytów nornika jest wskaźnikiem prognozowania jego liczebności w roku następnym.
- Wyniki badań przekazano do Instytutu Ochrony Roślin.
- Badania powyższe wchodzą do programu międzynarodowego MaB aranżowanego przez UNESCO (doc. K. Kisielewska, Zakład Parazytologii PAN).
- Stwierdzono, iż pierwotniaki z grupy euglemowatych, które pasożytują na pasażu ryb: skorupiaku wywołującym chorobę erganosilozę, niszczą 90% pasożytów szczupaka i przez to odgrywają pozytywną rolę w gospodarce rybnej (mgr Irena Wita, Zakład Parazytologii PAN).
 - Opracowano nowy sposób wykrywania włóśni w tkankach zwierzęcych przy pomocy jonoselektywnych elektrod. Metoda ta, zgłoszona do Urzędu Patentowego PRL może mieć zastosowanie w przemyśle mięsny (dr Stanisław Grabiec, Zakład Parazytologii PAN).
 - Opracowano metodę szybkiego określania skuteczności działania leków przeciw pasożytniczych na jaja i zarodki pasożytów oraz zbudowano prototypowe urządzenie dla realizacji tej metody, która ma być przekazna do wykorzystania wojewódzkim stacjom służby weterynaryjnej (dr Stanisław Grabiec i prof. Włodzimierz Michajłow, Zakład Parazytologii PAN).

- Do Departamentu Weterynarii Min. Rolnictwa przekazano dalsze wyniki świadczące o dużej opłacalności odrobaczania owiec: według szacunkowych obliczeń korzyści wyniosą ok. 400 mln zł w skali kraju rocznie (Zespół pod kierunkiem doc. Andrzeja Malczewskiego, Zakład Parazytologii PAN przy współpracy Instytutu Zoologii Stosowanej Akademii Rolniczej w Krakowie). Zakład Dendrologii i Arboretum Kórnickie P.A.N. Problem 09.2.1.: „Podniesienie produktywności lasów i optymalizacja wykorzystania bazy surowcowej”.
- Zanalizowano wyniki badań nad zachowaniem się drzew i krzewów na hałdach popiołowych i wyrobiskach popiaskowych, stwierdzając odporność krzewu *Physocarpus intermedius* na tego rodzaju warunki (kierownik zadania: doc. W. Bugała).
- Stwierdzono szczególną szkodliwość związków fluoru w okolicy Huty Aluminium w Koninie dla roślin drzewiastych (kierownik zadania: doc. W. Bugała). Problem PAN-24: „Fizjologiczne podstawy produktywności roślin”.
- Udoskonalono metodę oceny odporności drzew i krzewów na niskie temperatury, przy pomocy pomiaru przewodnictwa elektrycznego pędów jednorocznych. Metoda ta ma znaczenie przy doborze roślin drzewiastych dla potrzeb leśnictwa i kształtowania środowiska miast i osiedli (kierownik pracy: prof. S. Białobok).
- Zakończono pracę „Wieloletnie przechowywanie nasion buka”, która posłuży do opracowania nowego typu chłodni do przechowywania nasion buka i jodły, dla potrzeb szkółkarstwa (autor: doc. B. Suszko). Zakład Paleozoologii P.A.N. Problem 01.1.1.: „Kompleksowe metody i dobór środków dla badań geologicznych struktur wgłębnych”.
- Opracowano — dotąd nie znane — szczęki wieloszczetów, z górnego dewonu, stwierdzając możliwość wykorzystania skolekodontów dla stratygrafii paleozoiku (dr H. Szaniawski i mgr R. Wrona). Plan badań własnych:
- Wykazano, że rodzina ssaków kredowych *Deltatheriidae* zaliczana dotychczas do ssaków łozyskowych, należy do torbaczy, czym udokumentowano występowanie torbaczy w kredzie na terenie Azji (prof. Z. Kielan-Jaworowska we współpracy z prof. T. M. Butlerem — Anglia).

III. OCENA STOPNIA REALIZACJI BADAŃ NAUKOWYCH

Realizacja badań naukowych w placówkach Wydziału II PAN w 1973 r., przebiegała w ogromnej większości zgodnie z planami. W nielicznych przypadkach, poszczególne zadania badawcze nie zostały wykonane lub też wykonanie ich uległo opóźnieniu.

I tak, w ramach 3 problemów węzłowych koordynowanych przez placówki Wydziału II, nastąpiły nast. zmiany w stosunku do planu:

- W problemie 09.1.7. zadanie „Dynamika liczebności stonki na tle różnych zabiegów agrotechnicznych upraw ziemniaka” oraz opracowanie wdrożeniowe „Warunki adaptacji stonki ziemniaczanej w środowiskach rolniczych Polski”, nie zostały wykonane z powodu śmierci wykonawcy, dr H. Dubniaka. Wykonanie ekspertyzy „Prawidłowości zmian warunków środowiskowych oraz planktonu w różnych typach zbiorników” opóźniło się z powodów organizacyjnych. Wykonanie ekspertyzy „Ocena wpływu biogenów ze zlewni, na przykładzie kilku jezior i prognozy stanu czystości wody w tych jeziorach” zostało przerwane w związku ze zmianami organizacyjnymi w jednostce wykonującej (Stacja Instytutu Ekologii PAN w Mikołajkach).

— W problemie 09.4.1. nie została zakończona monografia „Ośrodkowa regulacja gospodarki wodnej” (wykonawca: Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN), z powodu wyjazdu za granicę wykonawcy doc. St. Kozłowskiego.

W ramach realizacji 6 problemów resortowych koordynowanych przez placówki Wydziału II, wszystkie zadania badawcze były wykonywane zgodnie z planem.

W ramach prac przewidzianych do przekazania praktyce, w 13 placówkach Wydziału II notuje się następujące rozbieżności z planem:

— w Instytucie Biochemii i Biofizyki, z powodu braku możliwości wykonawczych warsztatów, wykonano tylko kilka zasilaczy do lamp ksenonowych, na potrzeby własne.

— W Instytucie Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego wycofano się z opracowania wdrożeniowego nt. przeżywalności i metabolizmu wybranych organizmów testowych, w roztworze kwasu wolframowego — produkcja wolframu została w Polsce ograniczona do minimum i przemysł wycofał swą ofertę na to opracowanie.

— W Zakładzie Biologii Wód, zadanie wdrożeniowe „Zastosowanie stawów rybnych do oczyszczania ścieków cukrowniczych” nie zostało zakończone z powodu rozszerzenia tematyki badań objętych tym zadaniem.

W ramach badań własnych (C_1) placówek:

— W Instytucie Ekologii jedno zadanie zostało zaniechane, jako nie pasujące do profilu naukowego placówki.

— W Zakładzie Dendrologii i Arboretum Kórnickim 5 zadań zostało w połowie roku przesunięte do problemu węzłowego 09.3.1.

— W Zakładzie Paleozoologii 1 zadanie przejął współpracownik zagraniczny (Mongolia).

— W Zakładzie Antropologii, Instytucie Zoologii i Zakładzie Zoologii Systematycznej i Doświadczalnej łącznie 5 zadań uległo opóźnieniu.

IV. EKSPERTYZY PLACÓWEK I KOMITETÓW NAUKOWYCH

Placówki i komitety naukowe Wydziału II PAN wykonały w 1973 r. ogółem 325 ekspertyz. Specyficzną grupę stanowi w tym 259 ekspertyz wykonanych przez Zakład Antropologii dla potrzeb sądownictwa (dochodzenie spornego ojcostwa). Pozostałe 66 ekspertyz zostało wykonane dla następujących odbiorców: 4 — dla władz centralnych, 6 — dla Prezydów Rad Narodowych, 4 — dla sądownictwa (poza ekspertyzami antropologicznymi), 8 — dla placówek PAN, 8 — dla placówek MNSzWiT, 5 — dla Akademii Medycznych, 30 — dla innych resortów, 1 — dla odbiorcy zagranicznego.

Na wyróżnienie zasługują następujące ekspertyzy:

— „Skutki oddziaływania emisji z Huty Miedzi w Głogowie, na lasy i zadrzewienie oraz próby ich ochrony” — wykonał Zakład Ochrony Przyrody dla Huty Miedzi „Głogów”.

— „Lokalizacja nowych zakładów przemysłowych i urządzeń w regionie Świętokrzyskim, pod kątem widzenia ochrony środowiska” — wykonał Zakład Ochrony Przyrody dla Wojewódzkiego Komitetu Ochrony Przyrody w Kielcach.

— „Opracowanie założeń pełnej mechanizacji przysposobienia nasion do siewu na skalę masową i założeń konstrukcji i organizacji typowych stacji przysposobienia nasion do siewu” — wykonał Zakład Dendrologii i Arboretum Kórnickie dla Naczelnego Zarządu Lasów Państwowych.

- „Zniszczenie roślinności przez turystykę, wzdłuż szlaków i dróg oraz kwalifikacja przestrzenna zniszczeń” — wykonał Instytut Botaniki dla Tatrzańskiego Parku Narodowego.
- „Ekspertyza turystycznego zagospodarowania kraju” — wykonał Komitet Ochrony Przyrody i Jej Zasobów dla państwowych władz centralnych.
- „Badanie toksyczności pasz” — wykonał Zakład Zoologii Systematycznej i Doświadczalnej dla Akademii Rolniczej w Krakowie.

V. DZIAŁALNOŚĆ KOMITETÓW NAUKOWYCH

W 1973 r. przy Wydziale II PAN działało 10 komitetów naukowych i jeden komitet narodowy (Międzynarodowego Programu Biologicznego). Komitety naukowe skupiały łącznie 288 członków, w tym: 101 pracowników PAN, 141 pracowników placówek MNSzWiT oraz 46 pracowników innych resortów.

Komitety odbyły przeciętnie po 2 zebrania plenarne każdy. Wszystkie komitety finansowały badania naukowe, przy czym prace przebiegały w ogromnej większości zgodnie z planem; w kilku przypadkach planowanych badań nie podjęto (4 zadania badawcze w Komitecie Ochrony Przyrody i Jej Zasobów) lub zostały one wstrzymane (1 zadanie w Komitecie Ekologicznym, i zadanie w Komitecie Ochrony Przyrody i Jej Zasobów).

Komitety przeprowadziły weryfikację swych planów badawczych w aspekcie ich stosunku do badań prowadzonych w ramach problemów węzłowych i resortowych.

Większość komitetów zorganizowała krajowe i międzynarodowe sympozja i konferencje; jedynie Komitet Biochemiczny i Biofizyczny przekazał tę akcję w całości Polskiemu Towarzystwu Biochemicznemu. Na wyróżnienie zasługują zwłaszcza dwie konferencje międzynarodowe:

- posiedzenie Komisji Nomenklatury Fitosocjologicznej Międzynarodowego Towarzystwa Fitosocjologicznego (Komitet Botaniczny),
- Międzynarodowa Konferencja nt. Hymenolepididae (Komitet Parazytologiczny).

Komitety naukowe uczestniczyły w akcjach ogólnych prowadzonych przez PAN, a mianowicie:

- Brały czynny udział w przygotowaniach i pracach II Kongresu Nauki Polskiej, m.in. w opracowaniu referatów poszczególnych podsekcji.
- Dokonały oceny periodyków naukowych w skali krajowej.
- Dokonały oceny postępu prac w ramach realizacji problemów węzłowych i resortowych.
- Dokonały oceny stanu badań w poszczególnych dyscyplinach biologicznych w skali krajowej i wysunęły najważniejsze osiągnięcia naukowe uzyskane w 1973 r.
- Wysunęły kandydatury do nagród państwowych i nagród specjalnych w Roku Nauki Polskiej.
- Przedłożyły Wydziałowi II PAN opinie o kandydatach na członków PAN.

Ponadto poszczególne komitety prowadziły akcje specjalistyczne, np. Komitet Mikrobiologiczny zainicjował badania socjologiczne nad zawodem mikrobiologa, Komitet Ochrony Przyrody i Jej Zasobów podejmował inicjatywy w sprawie zabezpieczenia obszarów unikalnych z przyrodniczego punktu widzenia.

W ramach współpracy z zagranicą niektóre komitety będące członkami organizacji międzynarodowych rozwijały aktywność w ramach tych organizacji (np. Komitet Ekologiczny w International Association for Ecology INTECOL, Komitet Ochrony Przyrody i Jej Zasobów w Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody). Dzięki inicjatywie Komitetu Hydrobiologicznego załatwiono przystąpienie Polskiego

Towarzystwa Hydrobiologicznego do Międzynarodowego Towarzystwa Limnologicznego SILTA.

Trzy komitety: Biochemiczny i Biofizyczny, Ekologiczny i Mikrobiologiczny, prowadziły działalność wydawniczą w ramach własnych kwartalników.

Najważniejsze wyniki badań zakończonych w 1973 r. przedstawiają się następująco:

Komitety Biochemiczny i Biofizyczny PAN

- W Instytucie Botaniki i Biochemii Uniwersytetu Wrocławskiego uzyskano w oczyszczonej krystalicznej postaci zasadowy inhibitor trypsyny z otrzewnej i śledzion bydłych oraz zbadano jego wpływ na dwuspiralną strukturę DNA. Inhibitor ten może mieć zastosowanie jako lek (kierownik zespołu prof. W. Mejbaum-Katzenellenbogen).
- W Instytucie Biochemii Lekarskiej AM w Krakowie opracowano metody ilościowego oznaczania produktów enzymatycznego chlorowania związków organicznych oraz ustalono rodzaje związków ulegających chlorowaniu przy zastosowaniu tego enzymu (kierownik zespołu: prof. W. Ostrowski).
- W Instytucie Biochemii Uniwersytetu Warszawskiego w ramach badań transportu elektronów w błonach mikrosomalnych wykazano, że własności układu: NAD-chrom b_5 , związanego z błonami są różne od własności tego układu po uwolnieniu od błon. Luminal działa na aktywność tego układu poprzez wywołanie zmian w strukturze błon, nie zaś bezpośrednio na poziom enzymów (kierownik zespołu: prof. Z. Kaniuga).
- W Międzyuczelnianym Instytucie Biochemii AR w Poznaniu wydzielono i oczyszczono białko rybosomów odpowiedzialne za końcowy etap biosyntezy witaminy B_{12} ; jest to nowa, dotychczas nie znana funkcja białek rybosomalnych (kierownik zespołu: doc. W. Walerych).

Komitety Mikrobiologiczny PAN

- W Instytucie Biochemii Technicznej Politechniki Łódzkiej zbadano biosyntezę niektórych aminokwasów przez homofermentatywne bakterie mlekowe (kierownik zespołu: doc. E. Galas).
- W Instytucie Gleboznawstwa i Chemii Rolnej Akademii Rolniczej we Wrocławiu zbadano wpływ herbicydu CIPC na komórki *Rhodotorula glutinis*, badania te wyjaśniają mechanizm działania herbicydów z grupy karbaminianów na żywą komórkę oraz rolę tych preparatów w procesie naruszania równowagi biocenotycznej gleby. (kierownik zespołu: prof. N. Balicka).
- W Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej zbadano wpływ kwasu beta-indoliooctowego (IAA) fermentację etanolową w układzie ciągłym, wyniki badań mogą być wykorzystane w procesach technologicznych związanych z procesami biosyntezy (kierownik zespołu: prof. J. Jakubowska).

W Polskim Komitecie Międzynarodowego Programu Biologicznego, wobec zbliżającego się zakończenia programu, trwały prace nad podsumowaniem wyników. Trzech biologów polskich jest redaktorami przygotowywanych „syntez światowych”. Dwa spośród licznych zebrań międzynarodowych zostały zorganizowane w Polsce, dotyczyły one ekosystemów trawiastych i ptaków ziarnojadów.

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU II PAN POŚWIĘCONA BADANIOM FAUNY POLSKI

W dniu 7 marca 1974 r. odbyła się w Warszawie sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN poświęcona badaniom fauny Polski, w szczególności

zaś omówieniu stanu i perspektyw badań prowadzonych w ramach problemu re-sortowego PAN 27 (Współczesna i kopalne fauny Polski).

Referat wstępny wygłoszony przez K. Kowalskiego został opublikowany w Kosmosie nr 4, 1974 r.

W dalszej części sesji wygłoszono 5 referatów ilustrujących różnorodne zagadnienia wchodzące w skład badań nad współczesną i kopalną fauną Polski.

Prof. dr Gertruda Biernat z Zakładu Paleozoologii PAN w Warszawie mówiła o ramienionogach bezzawiasowych (Inarticulata) w świetle nowych badań. Są one jedną ze słabo poznanych grup kopalnych zwierząt bezkręgowych. W ostatnich latach zainteresowanie nimi wzrosło dzięki uzyskaniu odpowiedniego materiału paleontologicznego przez chemiczne preparowanie go ze skał wapiennych. Spośród ramienionogów bezzawiasowych na szczególną uwagę zasługuje grupa *Acrotretacea*. Zwierzęta te, o małych rozmiarach, opatrzone muszlą fosforanowo-wapienną, okazały się liczny i ważny elementem faunistycznym. Znane są od najstarszego piętra dolnego kambru po sylur. Dzięki dużemu rozprzestrzenieniu geograficznemu i znacznemu zróżnicowaniu morfologicznemu i strukturalnemu odgrywają one poważną rolę w korelowaniu i datowaniu warstw starszego paleozoiku. Największe ich zróżnicowanie przypada na ordowik. Na przełomie kambru i ordowiku, a następnie w ordowiku grupę tę cechuje ogromny dynamizm rozwojowy wyrażający się wielkim zróżnicowaniem ich muszli. Wyróżnić przy tym można w ich obrębie dwie linie rozwojowe różniące się budową septum dorsale i kształtem muszli. Obok morfologii także badania nad strukturą muszli, zwłaszcza w mikroskopie elektronowym umożliwiły opracowanie ich systematyki.

Drugi z wygłoszonych referatów przedstawiony przez prof. dr Władysława Bazyluka z Instytutu Zoologicznego PAN w Warszawie nosił tytuł „Kształtowanie się współczesnej fauny Polski ze szczególnym uwzględnieniem dróg migracji na przykładzie *Orthoptera*”. Zawierał on wyniki badań autora nad owadami prostoskrzydłymi Polski. Po ogólnym scharakteryzowaniu fauny owadów prostoskrzydłych (*Orthoptera*) Polski i porównaniu jej z fauną krajów ościennych autor omówił czynniki, które wpłynęły na ukształtowanie się obecnego obrazu tej fauny. Scharakteryzował również metody pozwalające określić, niekiedy tylko w przybliżeniu, drogi i czas migracji poszczególnych gatunków. Większość gatunków górskich przywędrowała najprawdopodobniej z Karpat Wschodnich, mniej licznie z południa i zachodu Karpat Zachodnich, najmniej liczne wreszcie z Alp. Gatunki nizinne przywędrowały na ziemię polskie Bramą Przemyską, Bramą Morawską, szlakiem brandenbursko-noteckim, z południowego zachodu w ślad za bukiem, z północnego wschodu w ślad za świerkiem lub wreszcie tzw. szerokim frontem. Na zakończenie omówiono przypuszczalny czas pojawu gatunków *Orthoptera* na ziemiach Polski i kolejność zasiedlania poszczególnych rejonów.

Trzeci referat, wygłoszony przez prof. dr Zdzisława Pucka z Zakładu Badania Ssaków PAN w Białowieży, a opracowany przez niego wspólnie z dr Markiem Gębczyńskim nosił tytuł „Morfologiczna i fizjologiczna zmienność ssaków na poziomie populacyjnym”. Badania nad zmiennością ssaków zapoczątkowane w Polsce w latach pięćdziesiątych przez Augusta Dehnela badaniami nad zmiennością ryjówek są obecnie jednym z głównych kierunków prac Zakładu Badania Ssaków. Zmienność populacji jest wyrazem jej struktury wiekowej, zależna jest od zmian warunków środowiskowych w czasie (np. zmienność sezonowa), od charakteru biotopu i wreszcie od właściwości genetycznych. U krótko żyjących drobnych ssaków zjawiska rozwoju ontogenetycznego zajął się ściśle ze zjawiskami związanymi ze zmiennością sezonową. Zakład Badania Ssaków zajmował się początkowo głównie zmiennością sezonową i wiekową struktur morfologicznych, zwłaszcza czaszki. Stopniowo wprowadzono również metody fizjologiczne i biochemiczne.

W referacie omówiono głównie wyniki ostatnich badań nad zmianami wiekowymi i sezonowymi w populacjach ryjówek i niektórych gryzoni.

U ryjówek obok dawniej stwierdzonej zmienności sezonowej wysokości czaszki wykazano podobną zmienność ciężaru i proporcji narządów wewnętrznych, poziomu metabolizmu, funkcji gruczołów dokrewnych i rytmiki dobowej. Interesujące jest wykazanie dwukrotnej zmiany uwłosienia w okresie wiosennym. Opisano zmiany szeregu wskaźników krwi w rozwoju ontogenetycznym ryjówek. Badania nad tymi samymi zjawiskami fizjologicznymi u ryjówek i gryzoni wskazują na znaczną specyfikę morfologiczną i fizjologiczną ryjówek, zwierząt o skrajnie małych rozmiarach ciała, wysokim tempie metabolizmu i charakterystycznym rozwoju ontogenetycznym przedzielonym fazami regresji jesienno-zimowej. Badania nad gryzoniami wykazały różnicowanie morfologiczne i fizjologiczne generacji sezonowych, a więc kohort różniących się sezonem urodzenia. Całość badań dąży do bardziej wszechstronnego ujęcia prawidłowości zmienności u ssaków.

Dr Jan Rafiński z Zakładu Anatomii Porównawczej UJ w Krakowie przedstawił referat pt. „Przykład wpływu procesów losowych na strukturę genetyczną populacji”. Przedmiotem jego badań były traszki górskie (*Triturus alpestris*) z południowej Polski. Stosowano metodę badania tempa odrzucania transplantatów zakładając, że tempo to zależy od różnic antygenowych między badanymi osobnikami. Dzięki temu można więc ocenić różnicowanie śródpopulacyjne pod względem genów zgodności tkankowej. Badania wykazały istnienie różnicowania w natężeniu antygenowej zmienności śródpopulacyjnej skorelowane dodatnio ze zmiennością cech metrycznych. Najmniejszą zmienność wykazują małe, izolowane populacje. Na ogół badane populacje mają znaczny stopień wewnątrzpopulacyjnej wspólnoty antygenowej, natomiast transplantacje między populacjami wykazują istnienie różnic genetycznych związanych zapewne z utratą lub różnicowaniem częstości pewnych alleli w poszczególnych populacjach. Stwierdzona struktura genetyczna populacji traszki górskiej może być wyjaśniona biologią tego gatunku. Silne przywiązanie do stanowisk lęgowych, wykazane przez autora znakowaniem, prowadzi do izolacji poszczególnych populacji. Stanowiska lęgowe traszki górskiej są to małe stawki, bardzo nietrwałe, zasiedlane losowo przez niewielką liczbę osobników, a nawet osobniki pojedyncze. Wreszcie zdarzające się wahania poziomu wody w tych zbiornikach mogą prowadzić do masowego wymierania larw, a tym samym wpływają na losowe ustalanie się częstości alleli w populacjach.

Ostatni z referatów, wygłoszony przez doc. dr hab. Andrzeja Łysaka z Akademii Rolniczej w Krakowie, a przygotowany przez niego wspólnie z doc. dr hab. Krzysztofem Bieniarzem nosił tytuł „Zmiany w ichtiofaunie dorzecza górnej Wisły spowodowane działalnością człowieka”. Oddziaływanie człowieka na rybostan wód otwartych odbywa się zarówno pośrednio przez wywieranie wpływu na środowisko, jak i bezpośrednio przez gospodarkę rybacką. Oddziaływanie na środowisko to głównie zmniejszanie się ilości wód spowodowane wyrębem lasów, skutki zabudowy rzek i potoków oraz prac melioracyjnych i wreszcie różnorodne zanieczyszczenia. Bezpośrednie oddziaływanie na ichtiofaunę przez połowy gospodarcze uległo w Polsce południowej obecnie zawieszeniu, działa tutaj jedynie Polski Związek Wędkarski. Z 17 gatunków ryb łowionych w górnej Wiśle w 1957 r. co najmniej połowa nie występuje tam już w ogóle. Szczególnie zmniejszyła się liczba gatunków i liczebność ryb łososiowatych. Polski Związek Wędkarski czyni duże wysiłki dla poprawy rybostanu prowadząc zarybiania, przy czym wprowadzane są także gatunki obce jak pstrąg tęczy, pstrąg źródlany, bas wielkogatowy, sumik amerykański, peluga i amur. Wysiłki tej akcji są jednak niewspółmierne w stosunku do potrzeb.

W dyskusji poruszano szereg spraw szczegółowych dotyczących referatów. Prof. Eugeniusz Grabda podkreślił osiągnięcia badań parazytofaunistycznych, które w Polsce są szczególnie zaawansowane. Ogólnie stwierdzono, że wygłoszone referaty wskazują na wielką różnorodność zadań jakie stoją przed badaniami fauny Polski i na ich rozległe perspektywy zarówno pod względem poznawczym, jak i stosowanym.

Kazimierz Kowalski

OGRÓD BOTANICZNY POLSKIEJ AKADEMII NAUK W WARSZAWIE

Prezydium Rządu w dniu 3 maja 1974 r. podjęło decyzję o utworzeniu przez Polską Akademię Nauk Ogrodu Botanicznego w Warszawie.

Program działalności naukowej Ogrodu Botanicznego przewiduje jako zadanie podstawowe prowadzenie badań nad zmiennością roślin ze szczególnym uwzględnieniem rodzimej szaty roślinnej i ochrony jej zasobów genowych w celu ich wykorzystania w produkcji roślinnej i kształtowaniu środowiska. Badania te powinny być związane z potrzebami gospodarki narodowej i społecznym rozwojem kraju. Rozwój rolnictwa wymaga prowadzenia badań nad użytkowymi roślinami i ich formami wyjściowymi, a także badań nad taksonomicznymi podstawami hodowli i uprawy roślin. W związku ze wzrostem zanieczyszczenia środowiska, rozwojem motoryzacji i turystyki oraz wprowadzaniem nowych odmian do uprawy, wielu gatunkom roślin grozi wymarcie lub zubożenie puli genowej przez nowe czynniki selekcjonujące populacje naturalne. Postępująca w szybkim tempie erozja genów, spotęgowana przemysłowymi metodami w rolnictwie, wypiera rodzime stare formy i ekotypy roślin bardzo dobrze przystosowane do warunków miejscowych. Ogród Botaniczny będzie musiał jak najszybciej zająć się gromadzeniem naszych polskich starych odmian i gatunków w bankach genów, aby zachować je dla przyszłych prac selekcyjnych. Działalność naukowa Ogrodu Botanicznego powinna obejmować również badania nad skutkami skażenia środowiska dla szaty roślinnej oraz selekcjonować linie genetyczne odporne na skażenia, które stanowiłyby materiał wyjściowy dla tworzenia zieleni miejskiej i pasów ochronnych wokół osiedli i obiektów przemysłowych. Badania te powinny obejmować także wpływ dużych aglomeracji urbanistycznych na roślinność i kształtowanie przez rośliny możliwe korzystnego dla człowieka mikroklimatu w dużych miastach.

Poza funkcjami naukowymi Ogród Botaniczny będzie spełniał rolę ośrodka kształcącego społeczeństwo przez popularyzację botaniki, kształcenie w społeczeństwie zamiłowania do roślin, aby następnym pokoleniom przekazać nie uszczuplone zasoby roślinne. Ważnym zadaniem Ogrodu Botanicznego powinno być umożliwienie pogładowego kształcenia młodzieży szkolnej i akademickiej oraz indywidualnego rozbudzenia ich zainteresowania biologią.

Program dydaktyczny Ogrodu Botanicznego będzie realizowany wspólnie z władzami oświatowymi w formie odczytów, pokazów i wycieczek oraz eksperymentów biologicznych z genetyki, fizjologii i ekologii.

L.K.

TRZECIA ANTARKTYCZNA WYPRAWA POLSKICH BIOLOGÓW

1973/1974

Dnia 14 października 1973 r., na pokładzie radzieckiego statku naukowo-badawczego „Profesor Wiese”, wyruszyła z Gdyni trzecia wyprawa polskich biolo-

gów na Antarktydę w składzie: dr Stanisław Rakusa-Suszczewski, kierownik wyprawy (Zakład Energetyki i Produkcji Biologicznej, Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN, Warszawa), dr Krzysztof Jażdżewski (Zakład Zoologii Ogólnej Uniwersytetu Łódzkiego), dr Hubert Szaniawski (Zakład Paleozoologii PAN, Warszawa) oraz mgr Andrzej Lipkowski (Pracownia Peptydów, Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego). Organizatorem wyprawy, jak i w przypadku dwu poprzednich, był Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN, zaś bezpośredni patronat należał do prof. dr hab. Romualda Klekowskiego, kierownika Zakładu Energetyki i Produkcji Biologicznej Instytutu Nenckiego PAN. Wyprawa doszła do skutku w wyniku odpowiedniej umowy między Polską Akademią Nauk i Akademią Nauk ZSRR oraz Arktyczno-Antarktycznym Instytutem (AANII). Polska grupa wchodziła w skład kolejnej, 19 Radzieckiej Wyprawy Antarktycznej (19 SAE); kierownikiem sezonowej części wyprawy był dr D. D. Maksutow.

Cel naszej wyprawy, radziecka stacja antarktyczna „Mołodiożnaja”, położona we wschodniej Antarktydzie na brzegu Oceanu Indyjskiego (Ziemia Enderby, 67°40'S, 45°51'E), został osiągnięty po 55 dniach podróży. Po drodze „Profesor Wiese” zatrzymywał się na redzie portów Santa Cruz (Wyspy Kanaryjskie) i Rio de Janeiro, w obu wypadkach niestety bez możliwości wyjścia na ląd, oraz w Montevideo. Tutaj, w ciągu 3 dni, dzięki uprzejmości konsula PRL, P. Grzegorza Czaplickiego, zwiedziliśmy nie tylko stolicę Urugwaju, lecz także odległą o 40 km popularną miejscowość wypoczynkową, Atlantyde.

Największą przyrodniczą atrakcją podróży było odwiedzenie radzieckiej subantarktycznej stacji „Bellingshauzen”, położonej na wyspie Waterloo (in. King George) z archipelagu Południowych Szetlandów. Na tej niewielkiej, wulkanicznej wyspie znajdują się legowiska morskich słoni (*Mirounga leonina*), fok Weddella (*Leptonychotes weddelli*) i uchatek — południowych kotików (*Arctocephalus australis*). Można tu też napotkać pojedyncze osobniki morskich leopardów (*Hydrurga leptonyx*) i fok krabojadów (*Lobodon carcinophagus*). Ponadto oprócz kilkunastu innych gatunków ptaków, żyją tu 4 gatunki pingwinów: Adeli (*Pygoscelis adeliae*), antarktyczny (*P. antarctica*), papua (*P. papua*) i złotoczuzy (*Eudyptes chrysolophus*); z wymienionych gatunków obserwowaliśmy tylko trzy pierwsze. Dzięki dość rzadkiej na wyspie Waterloo, pięknej, słonecznej pogodzie uczestnicy wyprawy mogli kilkakrotnie odwiedzić interesujące kolonie płetwonogich, których główne skupienia znajdują się na północno-zachodnich brzegach nad Cieśniną Drake'a.

W czasie naszego pobytu na wyspie Waterloo, z uwagi na porę roku (16—18 XI 1973 r., wczesna wiosna), większość terenu była jeszcze skryta pod śniegiem, jednakże w wielu nasłonecznionych miejscach można było obserwować duże polacie gliniasto-kamienistej, brunatnej gleby, często z bujnie krzewiącymi się zielono-czarnymi porostami z rodzaju *Neuropogon*. W pobliżu stacji znajduje się kilka słodkowodnych, rozmarzających latem jeziorzek. Na wyspie, obok stacji radzieckiej, koło 300 m od jej centrum, znajduje się również stacja chilijska — „Eduardo Frei”, którą oczywiście z zainteresowaniem zwiedziliśmy. Na podkreślenie zasługują przyjazne kontakty polarników obu krajów pomimo istnienia naprężonych stosunków międzypaństwowych.

Po rozładunku i przekazaniu stacji „Bellingshauzen” następnej zmianie polarników, „Profesor Wiese” podążył na wschód wzdłuż brzegów Antarktydy. W okolicy stacji „Mołodiożnaja” dotarliśmy w początkach grudnia. Tu nastąpiło spotkanie z lodołamaczem „Oleniok”, który od tej pory torował „Profesorowi” drogę przez lody. Ostatnie kilka dni morskiej podróży spędziliśmy na lodołamaczu, skąd 9 grudnia 1973 r. na ląd zabrał nas śmigłowiec.

Stacja „Mołodiożnaja” położona jest w antarktycznej oazie o tej samej nazwie, o powierzchni 9 km². W skalistym terenie, latem w większości wolnym od śniegu i lodu, znajduje się kilka większych i zawsze pokrytych lodem jezior oraz wiele mniejszych, sezonowo rozmarzających płytkich jeziorek. Stacja zaopatruje się w wodę z jednego z większych jezior. Budynki stacyjne, to nowe, arbolitowe (4) i metalowe (10) domy, stojące na dość wysokich ażurowych rusztowaniach dla uniknięcia zasypywania przez śnieg, oraz kilkanaście starszych, mniejszych i większych drewnianych baraków, stojących bezpośrednio na skale lub na wielkich metalowych sianach. Stoją też tu ponadto duże kompleksy budynków metalowych: raketowy, elektrowni, radiostacji nadającej i radiostacji odbierającej. Załoga stacji liczy zimą około 100 osób. „Mołodiożnaja” uważana jest obecnie za stolicę radzieckich stacji antarktycznych. Tu zbiegają się nici spraw związanych z Radzieckimi Wyprawami Antarktycznymi (SAE). Latem stacja jest bazą, w której przebywa czasowo do 250 osób; duże grupy polarników przylatują i odlatują na śmigłowcach i samolotach w kierunku innych stacji.

Przeważająca większość badań, prowadzonych na stacji „Mołodiożnaja” to wszechstronne badania atmosfery i jonosfery. Główne grupy pracujących tu uczonych i techników, to meteorolodzy, synoptycy, aerolodzy, 2 razy na dobę puszczający balonową sondę, grupa raketowa (raz w tygodniu odpalanie rakiety meteorologicznej) oraz geofizycy, których głównym zadaniem jest badanie zależności przekazywania fal radiowych od stanu jonosfery i dawanie prognoz dla celów łączności. Grupy usługowe, to łączność, awiacja, załoga elektrowni, obsługa transportu naziemnego i mechanicy.

W stacji „Mołodiożnaja” Polacy tradycyjnie już zajmują na laboratorium dwupokojowy drewniany baracek (pow. ok. 11 m²), położony bardzo wygodnie kilkadziesiąt metrów od brzegu oceanu. Zakwaterowani zostaliśmy w dwu obszernych pokojach Domu Geofizyków, który szczycił się nowością, czystością i pięknym, rozległym widokiem z tarasu na Zatokę Ałaszejewa.

Dzięki doświadczeniu kierownika wyprawy, dr Suszczewskiego (trzeci raz w „Mołodiożnej”) oraz przychylności radzieckich polarników, w ciągu kilku dni zakończyliśmy okres organizacyjny i przystąpiliśmy do zasadniczej pracy. Dnia 22 grudnia 1973 r. dr Suszczewski odleciał na zimowanie do amerykańskiej stacji antarktycznej Mac Murdo, przekazując kierownictwo grupy autorowi niniejszej notatki.

Program wyprawy był bardzo różnorodny i przedstawia się następująco:

1. Analiza zawartości materii organicznej rozpuszczonej w wodzie oceanu i jezior słodkowodnych oazy. Pobrano 43 serie prób wody z 15 stanowisk. Ogółem zakonserwowano i zatopiono w atmosferze azotu 258 ampułek; próby będą podane dalszej analizie w Instytucie Ekologii PAN (Szaniawski).

2. Badania składu aminokwasowego białek mięśni, gonad i wątroby ryb *Trematomus bernacchii* i *T. borchgrewinki* — zebranie i wstępne opracowanie materiału (Lipkowski).

3. Oznaczanie zawartości tłuszczów w wyżej wymienionych tkankach obu gatunku ryb (Lipkowski).

4. Zebrano i zakonserwowano do dalszych badań nad przyswajalnością pokarm z trzech różnych odcinków jelita ryb *Trematomus bernacchii* (Lipkowski).

5. Badania składu białkowego krwi morskich bezkręgowców metodą elektroforezy na żelu poliakrylamidowym. Podstawowym materiałem były skorupiaki: *Paramoera walkeri*, *Waldeckia obesa* (Amphipoda), *Cymodocella tubicauda* i *Glyptonotus antarcticus* (Isopoda). Przeprowadzono również elektroforezę krwi wielkiej kikutnicy (*Pantopoda* gen. sp), której oznaczenie dokonane zostanie przez specjalistę. Ogółem otrzymano około 100 wybarwionych elektroferogramów i wstęp-

nie je opracowano. U wszystkich badanych skorupiaków stwierdzono obecność kilkunastu białkowych frakcji krwi, zidentyfikowano położenie frakcji białek oddechowych (hemocjanina) i lipoproteidów (Jażdżewski, Lipkowski).

6. Badania biologii populacji kilku gatunków skorupiaków: *Protebbingia gracilis*, *Orchomene* sp. (*pinguides*?), *Heterophoxus videns*, (*Amphipoda*) i *Cymodocella tubicauda* (*Isopoda*). W ciągu 3 miesięcy, w mniej więcej równych odstępach czasu, czterokrotnie pobierano bogate próby (ponad 100 osobników każda), mierzono, ważono i określano płeć zwierząt (Jażdżewski, Lipkowski, Suszczewski).

7. Pobrano w kapilary do badań krioskopowych krew następujących gatunków skorupiaków: *Paramoera walkeri*, *Orchomene* sp., *Waldeckia obesa* (*Amphipoda*) i *Cymodocella tubicauda* (*Isopoda*), a także duże objętościowo (kilka cm³) próby krwi *Glyptonotus antarcticus* (*Isopoda*) i *Pantopoda* gen. sp. do badań na zawartość miedzi (Jażdżewski).

8. Zebrano materiał (sucha masa) do chemicznych oznaczeń składu ciała następujących gatunków skorupiaków: *Nototanaïs antarcticus* (*Tanaidacea*), *Cymodocella tubicauda* (*Isopoda*), *Protebbingia gracilis*, *Heterophoxus videns*, *Orchomene* sp., *Waldeckia obesa*, *Methalimедon nordenskjöldi* (*Amphipoda*) (Suszczewski, Jażdżewski).

9. Zebrano i zamrożono lub zakonserwowano do badań biochemicznych i histologicznych gonady ryby *T. bernacchii* (do opracowania w Zakładzie Fizjologii WSR w Krakowie) (Lipkowski, Jażdżewski).

10. Zebrano materiały do badań systematyczno-taksonomicznych (*Amphipoda*, *Isopoda*, *Pantopoda*, *Hirudinea*, *Apterygota*). Materiały te będą przekazane specjalistom w kraju i za granicą (Jażdżewski).

11. W celach porównawczych i muzealno-dydaktycznych zebrano wiele okazów petrograficznych i mineralogicznych (Szaniawski) a także bogate materiały ryb, szkarłupni, mięczaków, małżoraczków, wstężniaków, hydroidów, gąbek i okrzemek oraz próby planktonowe. Ponadto w czasie morskiej podróży zebrano również kilka obfitych prób planktonowych oraz takie okazy muzealne jak serce rekina, ryby tarczłowy, ryba latająca, szkarłupnie, osłonice, wielkie tyłoskrzelne mięczaki i in. (Jażdżewski, Szaniawski). Materiały te będą przekazane Muzeum Geologicznemu UW, Zakładowi Paleozoologii PAN, Zakładowi Paleontologii UW i Zakładowi Zoologii Ogólnej UŁ.

Ponadto w dniach od 11.I. do 8.II.1974 r. dr Szaniawski uczestniczył nadprogramowo w geologicznej wyprawie w góry Prince'a Charlesa (okolice lodowca szelfowego Amery i lodowca Lamberta, Ziemia Mac Robertsona). W czasie trwania tej ekspedycji zebrał on z różnych poziomów litologicznych około 200 prób skał osadowych (ok. 100 kg) do badań mikropaleontologicznych.

Ważną i pracochłonną częścią programu dr Szaniawskiego było kręcenie reportażu filmowego z naszej wyprawy.

Jak widać z powyższego zestawienia pracy nam nie brakowało. Szczęście pogoda dopisywała wprost wyjątkowo. Krótką ilustracją warunków atmosferycznych, panujących w oazie Mołodiożnaja w okresie naszego pobytu, mogą być następujące dane: temperatura minimalna —14°C, maksymalna +8°C, prędkość wiatru średnio od 5 do 15 m/sek., największa rejestrowana prędkość 24 m/sek. Pogoda była przez większość czasu słoneczna, co w połączeniu z korzystną sytuacją lodową (lód odszedł dopiero 8.II.1973 r.) pozwoliło na wypełnienie tak obszernego programu.

Zwierzęta do badań łowiliśmy w przeręblach i szczelinach lodowych: ryby na wędkę i w wężerze z przynętą (mięso), bezkręgowce przy pomocy chwytacza dna typu Ekman-Birge, dragi i siatek z przynętą. Po odejściu lodu zbudowaliśmy tratwę z 4 metalowych beczek i z desek. Tratwa, wypuszczana na dwu solidnych linach, znakomicie zdawała egzamin jako pewny i bezpieczny środek transportu i wygodne oparcie dla łóg w czasie pracy na wodzie. Terenem głównych penetracji była pobliska Zatoka Opasna, akwen stosunkowo płytki, o głębokościach rzędu 6—20 m i urozmaiconym dnie: skalistym, piaszczysto-mulistym, z kamieniami i detrytusem lub porośniętym łąką brunatnic z rodzaju *Desmarestia*.

Najpospolitszymi gatunkami ryb były: *Trematomus bernacchii* i *T. borchgrewinki*, rzadziej trafiały się *T. hansonii* i *Gymnodraco acuticeps*, ryba z herbu naszej wyprawy. Złowiono też pojedyncze osobniki *Trematomus pennelli* i *Dissostichus mawsoni*. Uderzający był całkowity brak w połowach *Trematomus newnesi*, gatunku łowionego w dużej liczbie przez uczestników poprzednich polskich wypraw biologicznych.

Wśród dennych bezkręgowców najpospolitszymi były rozgwiazda *Odontaster validus* i jeżowiec *Sterechinus neumayeri*, dalej charakterystyczny dla zarośli brunatnic, drobny, czerwony obunóg *Prostebbingia gracilis* i liczna na większych głębokościach (ok. 20 m) mała różowa strzykwa *Cucumaria* sp. Na dnie piaszczysto-mulistym z kamieniami i detrytusem niezwykle liczny był zwijający się w kulkę równonóg *Cymodoceella tubicauda* oraz ryjący w dnie *Heterophoxus videns* (*Amphipoda*) i budujący rurki *Nototanais antarcticus* (*Tanaidacea*). Pospolitymi mieszkańcami miękkiego dna były wieloszczety z grupy *Sedentaria*, jeżowce nieregularne i rzucające się w oczy wielkie, ponad pół centymetrowe małżoraczki. W strefie pływów, w skalnych szczelinach blisko brzegu, niemalże jedynym spotykanym pod zwierzęciem był *Paramoera walkeri*, obunóg o wyraźnie słonawowodnych upodobaniach.

Drugim miejscem połowów był oddalony o 2 km od laboratorium przylądek Kogot. Ukształtowanie dna pozwalało tu osiągnąć znaczne głębokości, do 50 m, stosunkowo blisko brzegu. Siatki z przynętą, zastawiane w tym rejonie, przyniosły sporo ciekawych okazów kikutnic, skorupiaków i szkarłupni.

Nekrofagi, łowione na siatki z mięsem, to w miejscach płytkich (do ok. 15 m) przede wszystkim masowe *Odontaster validus* (*Asteroidea*) i *Orchomene* sp. (*Amphipoda*). Na większych głębokościach łowiono pojedyncze egzemplarze kilku gatunków rozgwiazd i wężowideł, dość liczne kikutnice oraz bardzo liczne, wielkie obunoga, *Waldeckia obesa*. Na wszystkich głębokościach trafiał się ogromny, do 1 m długości wstężniak, *Lineus* sp. i duży ślimak przodoskrzelny *Neobuccinum* sp.

Dzięki przychylniej aurze warunki pracy w laboratorium były dobre; w większym pomieszczeniu mieliśmy przy podłodze temperatury od około -5 do $+5^{\circ}\text{C}$, na poziomie stołu mniej więcej od $+3$ do $+12^{\circ}\text{C}$. W drugim, malutkim, ogrzewanym piecykiem pomieszczeniu temperatura na wysokości stołu zawsze przekraczała 10°C , sięgając w bezwietrzne, słoneczne dni 20°C .

W codziennych pracach na lodzie towarzyszyły nam zaciekawione, niespodziewanie wyskakujące ze szczelin w lodzie, pingwiny Adeli (*Pygoscelis adeliae*) i drapieżno-wszystkożerne wydryki (*Stercorarius skua maccormicki*), czyhające na chwilę naszej nieuwagi, aby ukraść przynętę lub złowioną rybę. Trzecim, obserwowanym przez nas gatunkiem ptaka był gnieźdzący się w skalnych szparach oazy Mołodioznaja petrel Wilsona (*Oceanites oceanite*). Z płetwonogich spotkaliśmy tylko fokę Weddella (*Leptonychotes weddelli*). Atrakcją był pojedynczy osobnik pingwina cesarskiego (*Aptenodytes forsteri*), rzadkość w tym rejonie Antarktydy.

Uczestnicy wyprawy odbyli interesujące piesze wycieczki po lodzie: na wyspę Adeli (ok. 6 km) i na wyspy Mac Mahon (ok. 12 km), gdzie znajdują się kolonie pingwinów Adeli, oraz do wielkiej stołowej góry lodowej (ok. 8 km). Trzykrotnie też na pojeździe gąsienicowym odwiedziliśmy oazę Wieczorną, odległą od stacji o około 15 km. Nocowaliśmy tam dwukrotnie w drewnianym domku. Dwa dwudniowe pobyty w oazie Wieczornej wykorzystaliśmy na zwiedzenie interesującego terenu, zbiory minerałów, mchów i porostów, pobieranie prób bentosu i planktonu z jezior oazy oraz na filmowanie i fotografowanie wielkich kolonii pingwinów Adeli.

W początkach marca 1974 r. na redę stacji „Mołodiożnaja” weszły statek państwowy „Baszkiria” i łodołamacz „Fiedosejew”. Dnia 3 marca 1974 r. zaokrętowaliśmy się na „Baszkiwę”. 13 marca, po operacjach rozładunkowych, po zaopatrzeniu się w wodę i paliwo, i po spotkaniu z łodołamaczem „Oleniok”, który nam przekazał polarników wracających ze stacji „Leningradskaja”, ruszyliśmy na północ. Trasa wiodła znów przez Wyspy Kanaryjskie (Las Palmas), Cieśninę Gibraltarską, port Ceuta (hiszp. Maroko), Morze Śródziemne, Bosfor i Morze Czarne. W Odessie macierzystym porcie „Baszkirii”, stanęliśmy 13 kwietnia 1974 r., kończąc w ten sposób trzecią wyprawę polskich biologów na Antarktydę. Prawdziwym jej zakończeniem będzie jednak pełne opracowanie przywiezionych bogatych materiałów i opublikowanie wyników.

Na zakończenie, jako rzecz niezwykle ważną, pragnę podkreślić wyjątkowe zgranie naszego zespołu, atmosferę przyjacielskiej troski o samopoczucie kolegów, pomocy w realizacji tematów i współodpowiedzialności za wyniki ekspedycji.

Ten czynnik był niewątpliwie jednym z decydujących o powodzeniu całej wyprawy.

Krzysztof Jajdźewski

INFORMACJE SYGNALNE

Zgodnie z zapowiedzią podaną w poprzednim numerze, kontynuujemy wykaz informacji sygnałnych opublikowanych w Polskiej Akademii Nauk w bieżącym roku.

Instytut Biochemii i Biofizyki PAN przygotował informację o fluorescencyjnej metodzie badania oddziaływań międzycząsteczkowych. Zakład Ochrony Przyrody PAN opracował informację dotyczącą kompleksowego programu ochrony obszarów i obiektów o szczególnych walorach przyrodniczych.

W maju bieżącego roku wyodrębniono w Polskiej Akademii Nauk grupę tak zwanych informacji sygnałnych „wewnętrznych”. Są to informacje dotyczące wyników badań poznawczych, o charakterze specjalistycznym, które mają w mniejszym stopniu znaczenie dla ogólnokrajowej gospodarki. Są one po wydrukowaniu rozsyłane wewnątrz Polskiej Akademii Nauk (stąd nazwa) oraz do zainteresowanych odbiorców spoza Akademii, nie są zaś przesyłane członkom Kierownictwa Rządu i Partii.

Dotychczas ukazały się następujące informacje sygnałne wewnętrzne: Zakład Parazytologii PAN przygotował informację dotyczącą badań nad występowaniem w Wietnamie groźnego pasożyta człowieka — nicienia z podrodziny *Angiostrongylinae*, oraz informację o monograficznym opracowaniu pierwotniaków z grupy *Euglenoidina* pasożytujących na skorupiakach z rzędu widłonogów, wreszcie informację na temat wykorzystania antygenów tasiemca nieuzbrojonego (*Taenia sagi-*

nata) do rozpoznawania wągryzcy bydła (*Cysticercus bovis*). Instytut Biologii Doświadczałnej im. M. Nenckiego PAN opracował informację dotyczącą badań nad cyklem snu i czuwania w izolowanym mózgu kota. Instytut Biologii Medycznej Akademii Medycznej w Gdańsku przygotował informację o badaniach nad budową ośrodków pobudzeniowych i hamulcowych w ciele migdałowatym mózgu. Zakład Ochrony Przyrody PAN opracował informację o programie zagospodarowania krakowskich lasów komunalnych dla celów rekreacyjno-wypoczynkowych, informację o programie ochrony gatunkowej roślin w Polsce oraz informację na temat polsko-czeskich badań nad pestycydami i ochroną roślin. Wreszcie Wydział II Nauk Biologicznych PAN przygotował informację o książce A. Urbanka „Rewolucja naukowa w biologii”.

B.C.

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

O KONFERENCJI WSZECZWIĄZKOWEGO TOWARZYSTWA HELMINTOLOGÓW W MOSKWIE

W dniach od 6 do 8 grudnia 1973 r. odbyła się w Moskwie kolejna konferencja Wszechzwiązkowego Towarzystwa Helmintologów zwołana pod hasłem „Naukowe i praktyczne osiągnięcia helmintologii radzieckiej”.

Wszechzwiązkowe Towarzystwo Helmintologów zorganizowane z inicjatywy akademika K. I. Skrjabina rośnie z roku na rok i osiągnęło w dniu konferencji zawrotną liczbę 2800 członków. W obradach wzięło udział około 800 członków i stosunkowo nieliczni goście zagraniczni głównie z krajów socjalistycznych, gdyż niemal coroczne konferencje Towarzystwa noszą charakter roboczy i krajowy.

Pierwszy dzień poświęcono pamięci zmarłego w dniu 18 października 1972 r. akademika Konstantego Skrjabina — założyciela i pierwszego przewodniczącego Towarzystwa. Akademik W. S. Erszow scharakteryzował postać Zmarłego jako założyciela radzieckiej szkoły helmintologicznej, członek korespondent Wszechzwiązkowej Akademii Nauk Rolniczych im. Lenina — prof. dr I. W. Orłow, członek korespondent Akademii Nauk ZSRR — dr K. I. Ryżikow i prof. dr N. N. Płotnikow omówili w kolejnych trzech referatach zasługi K. I. Skrjabina położone dla rozwoju helmintologii weterynaryjnej, ogólnej i lekarskiej. Kandydaci nauk biologicznych — P. S. Kryłow i E. S. Turłygina przedstawili stan i perspektywy prac naukowych i praktycznych w zakresie helmintologii.

Wspomnienia o akademiku K. I. Skrjabinie ze szczególnym uwzględnieniem wpływu Jego działalności na rozwój helmintologii w zaprzyjaźnionych krajach socjalistycznych wygłosili prof. B. Rosicky z Czechosłowacji, prof. I. Vasiliev z Bułgarii, niżej podpisany, prof. Z. Petrowic z Jugosławii i prof. T. Kobulej z Węgier. Tego samego dnia zabrakło już czasu dla wszystkich pragnących wystąpić. Dlatego dwa referaty ukazujące rolę Skrjabina w rozwoju helmintologii na Liwie (prof. M. Babianskas) i w Azerbejdżanie (dr S. M. Asadow i J. G. Gadżijew) zostały wygłoszone później. Zmarły był nie tylko znakomitym uczonym i organizatorem nauki, lecz także człowiekiem, który roztaczał wokół siebie niezwykle przyjazną i życzliwą atmosferę. Zabarwiona serdecznym ciepłem ocena tej strony osobowości nestora radzieckiej helmintologii znalazła też szczery wyraz w wypowiedziach wielu mówców.

Dwa następne kolejne dni wypełniły obrady merytoryczne toczące się, często równolegle, w 8 sekcjach: 1) helmintologii ogólnej, 2) lekarskiej podzielonej dodatkowo na podsekcję helmintozoonoz i podsekcję epidemiologii, profilaktyki i leczenia przy helmintozach, 3) helmintologii sanitarnej i helmintoz w przemysłowych gospodarstwach hodowlanych, 4) badań nad nowymi środkami przeciworobaczymi i ich zastosowaniem w weterynarii, 5) epizootiologii, rokowania i zapobiegania helmintozom, 6) odporności, alergii, patogenyzy i biochemii, 7) helmintologii rybackiej i 8) fitohelmintologii.

W sumie wygłoszono na konferencji 356 referatów i doniesień. Największa ich liczba przypadła na sekcję ogólną, lekarską i poświęconą środkom przeciworobaczym, najmniej było prac ichtiohelmintologicznych. Wiele z nich wniosło istotne nowe dane helmintologiczne, niektóre dawały przegląd aktualnego stanu

problemu. Wdawanie się w szczegóły oceny czy impresji wyniesionych z wysłuchania interesujących wystąpień na konferencji miałyby może charakter zbyt specjalistyczny jak dla czytelników „Kosmosu” i zajęłoby zbyt wiele miejsca. Dlatego pozwolę sobie na omówienie ogólne relacjonowanej imprezy naukowej mając na myśli głównie niełatwą merytoryczną stronę jej organizacji. Jak to zwykle bywa w przypadku organizowania większych spotkań naukowych tak i tym razem było zupełnie niemożliwe zapoznanie się choćby tylko z większością referatów często o bardzo interesującym tytule, gdyż jednocześnie odbywały się obrady innej sekcji z tematyką równie zaciekawiającą i zmuszającą do dokonania wyboru. Zgodnie z tradycją panującą od lat na konferencjach Wszechzwiązkowego Towarzystwa Helmintologów każdy uczestnik-autor wygłasza przyjęty uprzednio do planu referat czy komunikat, po czym odbywa się dyskusja. Uczestnik-słuchacz, który może wziąć udział w obradach całej sekcji od początku do końca jest więc w stanie wyrobić sobie pogląd o tym, co dzieje się aktualnie w tym dziale radzieckiej helmintologii. Obawiam się jednak, że takich uczestników było mało. Większość zainteresowana była wybranymi tematami przydzielonymi do różnych, często jednocześnie obradujących sekcji. Mimo zalet jakie przynosi taki system organizacji konferencji — system umożliwiający poznanie autora przedstawiającego swój dorobek, mam wrażenie, że istnieje jednak potrzeba dokonania zbiorczego choćby najbardziej zwięzłego podsumowania treści zawartej w materiałach całej sekcji dla zorientowania tych wszystkich, którzy interesują się problematyką szerszą. Można to oczywiście zrobić także przez opracowanie streszczeń poszczególnych prac. W jednym i drugim przypadku byłoby w moim przekonaniu wyraźnym zwiększeniem owocności konferencji, gdyby wszyscy uczestnicy otrzymali odpowiednie materiały przed rozpoczęciem obrad i to dostatecznie, tj. co najmniej na kilka dni, wcześniej. Organizatorzy konferencji moskiewskiej nie byli w stanie zrobić ani jednego ani drugiego. Dlatego pełny obraz przebiegu obrad i zorientowanie się w całości zaprezentowanych prac będzie możliwy dopiero z chwilą ukazania się wszystkich materiałów w druku. Ma to miejsce zwykle z kilkumiesięcznym opóźnieniem.

Pozwolę sobie w drodze wyjątku na zwięzłe zrelacjonowanie jednej merytorycznej sprawy. Dotyczy ona włośnicy, co do której istniało dotychczas mocno ugruntowane przekonanie, że nicien wywołujący tę groźną, nieraz śmiertelną chorobę, należy do jednego gatunku. Już przed kilku laty ukazała się praca radzieckiego badacza Britowa, który zauważył, że nicienie uzyskane od świni domowej nie krzyżują się z nicieniami z jenota, mimo że dochodzi u nich do kopulacji i zapłodnienia. Mimo że izolacja genetyczna stanowi dość ważne lecz nie jedyne kryterium odrębności gatunkowej — autor nie wystąpił jeszcze wówczas z koncepcją kreowania nowego gatunku, lecz badane szczepy nazwał odmianami niezdolnymi do krzyżowania się. Znany nematodolog radziecki prof. S. N. Boev z Alma-Ata nie zawahał się na konferencji podnieść te odmiany do rangi gatunków. Wydaje się, że jest ich nawet cztery. Konsekwencje tego odkrycia w patogenezie włośnicy u człowieka i zwierząt nie są jeszcze dostatecznie poznane i oczekują na opracowanie.

Niezaprzeczalną zaletą omawianego spotkania naukowego było jednak nie tylko wysłuchanie licznych referatów, lecz także odnowienie wielu starych i nawiązanie wielu nowych kontaktów pomiędzy naukowcami zajmującymi się podobną problematyką. Znana i serdeczna gościnność gospodarzy okazała się i tym razem niezawodna.

BIOLOGOWIE ODZNACZENI MEDALEM POLSKIEJ AKADEMII NAUK IM. MIKOŁAJA KOPERNIKA

Prezydium Polskiej Akademii Nauk przyznało w 1974 r. Medal Polskiej Akademii Nauk im. Mikołaja Kopernika następującym polskim biologom profesorom Zygmuntowi Grodzińskiemu i Kazimierzowi Sembratowi oraz uczonemu radzieckiemu profesorowi J. I. Polanskiemu.

Uroczystość wręczenia Medalu odbyła się w dniu 30 maja 1974 roku.

SPIS TREŚCI

<i>M. S. Gilarow</i> — 250-lecie badań biologicznych w Akademii Nauk ZSRR	445
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Biogeochemia krajobrazów	449
<i>Bohdan Rodkiewicz</i> — Rozwój i zapłodnienie gametofitu roślin nasiennych — ultrastruktura	461
<i>Ewa Styczyńska-Jurewicz</i> — Aklimacja i adaptacja do środowiska zasolonego jako świadectwo ewolucji osmotycznej na przykładzie kilku bez- kręgowców wodnych	479

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Adam Urbanek</i> — Atak jako forma obrony	497
<i>Tadeusz Ruebenbauer</i> — Stan i kierunki badań podstawowych dla potrzeb produkcji roślinnej	503
<i>Adam Jasiewicz</i> — O priorytecie badań w dziedzinie taksonomii roślin	507
<i>Włodzimierz Sedlak</i> — Wprowadzenie w fotodynamikę strukturalną układów biologicznych	513

RECENZJE

<i>Anatol Listowski</i> — Na marginesie dziełka L. von der Pijla: The principles of dispersal in higher plants	529
<i>Józef Zięba</i> — Adam Kołataj, Halina Krzanowska, Napoleon Wolański: Biologiczne podstawy heterozji	532
<i>Napoleon Wolański</i> — Osiągnięcia w biologii ludzkich populacji	534

KRONIKA NAUKOWA

<i>W. M.</i> — Problemy biologii na Walnym Zgromadzeniu Akademii Nauk ZSRR; <i>Andrzej Wartoń</i> — Rola błon biologicznych w procesach bio- energetycznych; <i>Barbara Czartoryska</i> — Niektóre mechanizmy wro- dzone leżące u podstaw zachowania się i chorób systemu nerwowego; <i>Jolanta Skangiel-Kramska</i> — Przysadka a zachowanie, <i>Danuta Peryt</i> — Czas trwania pliocenu	537
---	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

Sprawozdanie z działalności wydziału II PAN w 1973 r.	551
<i>Kazimierz Kowalski</i> — Sesja plenarna wydziału II PAN poświęcona bada- niom fauny Polski	560
<i>L. K.</i> — Ogród botaniczny Polskiej Akademii Nauk w Warszawie	563
<i>Krzysztof Jajdzewski</i> — Trzecia antarktyczna wyprawa polskich biologów 1973/1974	563
<i>B. C.</i> — Informacje sygnałne	568

Bogdan Czapliński — O konferencji wszechzwiązkowego Towarzystwa Hel-	
mintologów w Moskwie	571

MISCELLANEA

Biologowie odznaczeni Medalem Polskiej Akademii Nauk im. Mikołaja Ko-	
pernika	573

СОДЕРЖАНИЕ

<i>М. С. Гиляров</i> — 250 летие биологических исследований в Академии наук СССР	445
<i>Яков Мовшович</i> — Биогеохимия ландшафтов	449
<i>Богдан Родкевич</i> — Развитие гаметофита и оплодотворение у семенных растений — ультраструктура	461
<i>Ева Стычинска-Юревич</i> — Аклимация и адаптация к соленности среды как свидетельство осмотической эволюции на примере некоторых водных беспозвоночных	479

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

<i>Адам Урбанек</i> — Атака как форма защиты	497
<i>Тадеуш Рибэнбауэр</i> — Состояние и направления основных исследований для нужд растениеводства	503
<i>Адам Ясевич</i> — О приоритете исследований в области таксономии растений	507
<i>Влодзимеж Седлак</i> — Введение в структуральную фотодинамику биологических систем	513

РЕЦЕНЗИИ

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

CONTENTS

<i>M. S. Gilarow</i> — 250 th Anniversary of biological research in Academy of Sciences of the USSR	445
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Biogeochemistry landscapes	449
<i>Bohdan Rodkiewicz</i> — Development of gametophyte and fertilization in seed plants — ultrastructure	461
<i>Ewa Styczyńska-Jurewicz</i> — Acclimation and adaptation to salinity of the environment as an evidence of osmotic evolution exemplified by some aquatic invertebrates	479

DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Adam Urbanek</i> — An attack as a form of defense	497
<i>Tadeusz Ruebenbauer</i> — The Present State and Directions of Fundamental Studies for the Needs of Crop Production	503
<i>Adam Jasiewicz</i> — On the priority of investigations in the field of plant taxonomy	507
<i>Włodzimierz Sedlak</i> — Introduction into structural photodynamic of living systems	513

BOOK REVIEW

SCIENTIFIC CHRONICLE

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

**Tylko prenumerata zapewni
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika**

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Cena prenumeraty krajowej:

półrocznie zł 45,—

rocznie zł 90,—

Institucje państwowe, społeczne, zakłady pracy, szkoły itp. mogą zamawiać prenumeratę wyłącznie w miejscowych Oddziałach i Delegaturach „Ruch”.

Prenumeratorzy indywidualni mogą opłacać prenumeratę w urzędach pocztowych i u listonoszy, lub dokonywać wpłat na konto PKO Nr 1-6-100020 — Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch”, Warszawa, ul. Towarowa 28 (w terminie do 10 dnia miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty).

Prenumerata zagraniczna

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę, która jest o 40% droższa od prenumeraty krajowej, przyjmuje Biuro Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch” Warszawa, ul. Wronia 23, konto PKO Nr 1-6-100024.

Bieżące i archiwalne numery można nabywać lub zamawiać we Wzorcowni Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter) oraz w księgarniach naukowych „Domu Książki”.

Sprzedaż egzemplarzy numerów zdezaktualizowanych, na uprzednie pisemne zamówienia, prowadzi Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch” 00-958 Warszawa, skr. poczt. 12.

Subscription orders can be sent directly to:

„Ars Polona—Ruch”

Warszawa 1

P.O. Box 154

sending remittance of \$ 10.80 through
the Bank Handlowy — Warszawa, Traugutta 7

Kosmos A., R. XXIII, 5, 445—578, październik, Warszawa 1974.

Indeks 36417