

**Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA**

KOSMOS

**Seria A
BIOLOGIA**



ROK XVII

WARSZAWA 1968

ZESZYT 6 (95)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XVII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 6(95)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1968

PANSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petrusewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: *Włodzimierz Michałłow*

Sekretarz: *Zbigniew Pomianowski*

Adres redakcji: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (tel. 200211, wewn. 2074)

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1117+123 egz. Ark. wyd. 10,75, ark. druk. 7,25+0,5

Papier ilustr. kl. V, 70 g.

Oddano do składania 20.IX.68. Podpisano do druku 22.XI.68.

Druk ukończono w listopadzie 1968.

Zam. 772

N-25

Cena zł 15.—

Warszawska Drukarnia Naukowa — Warszawa, Śniadeckich 8

JAN W. MICHEJDA

NOWE PERSPEKTYWY W BIOLOGII*

Podobnie jak w historii społeczeństw, rewolucje w nauce często uświadamiamy sobie dopiero retrospektywnie. Wprawdzie rozbudowany obecnie system wymiany informacji naukowych pozwala na bieżącą orientację w aktualnym stanie badań i w nowych odkryciach, ale wagę tych ostatnich, a zwłaszcza ich ewentualne szerokie implikacje, poznajemy nadal ze znacznym opóźnieniem.

Tak więc zupełnie nieoczekiwanie biologowie znaleźli się w obliczu nowych zadań, nowej metodyki, a zwłaszcza nowego sposobu myślenia. Pozorne okazały się granice pomiędzy skrupulatnie definiowanymi dawniej zakresami nauk przyrodniczych. Miejsce ich zajęły silnie rozwijające się nauki pograniczne, takie jak biochemia i biofizyka, wskutek czego zakresy kompetencji chemii, fizyki i biologii pokryły się w wielu dziedzinach, najwyraźniej zespalając się w dziedzinie biologii molekularnej, stanowiącej zresztą raczej sposób badań i interpretacji niż samodzielną dyscyplinę.

Biologia, która jest przecież mało docenianym łącznikiem pozostałych nauk ścisłych z naukami humanistycznymi, bardziej może niż inne odczuwa dziś konieczność integracji i ściślej współpracy specjalistów z zakresu techniki, fizyki, chemii, medycyny, a nawet psychologii.

Jak dotąd, biologia wyczerpująco wyjaśniła, w jakich formach życie się objawia. Rozkwit anatomii, morfologii i systematyki, ukoronowany ugruntowaniem idei ewolucji, umożliwił powstanie i szybki rozwój dalszych gałęzi biologii. We współczesnej cytologii, fizjologii, biochemii i biofizyce szukamy wyjaśnienia podstaw procesów życia, w genetyce molekularnej śledzimy mechanizm przekazywania informacji i kontroli powielania struktur biologicznych, w genetyce populacyjnej badamy przebieg procesów ewolucyjnych, w socjologii badamy powiązania istniejące wewnątrz biocenoz, a w ekologii studiujemy zależność pomiędzy biocenozą a jej abiotycznym środowiskiem.

Oczekujemy dziś od biologii odpowiedzi na pytanie, jaki jest mechanizm życia, którego protekcja i rozsądna kontrola stanowi bazę istnienia naszego gatunku i naszych cywilizacji.

Ogólna ocena życia jako fenomenu na naszym globie jest wymowną ilustracją ewolucji samej nauki i światopoglądu. Od prostego, a statycznie interpretowanego stwierdzenia różnorodności form o zadziwiającej logice i celowości funkcjonalnej, a i nierzadko o fascynującym pięknie, doszliśmy w początkach XX wieku do ujęcia ewolucyjnego

* Znaczną część tego artykułu stanowi treść wykładu inauguracyjnego wygłoszonego pod tym samym tytułem w październiku 1965 r. w Uniwersytecie im. A. Mickiewicza w Poznaniu.

i genetycznego, w którym główny dylemat stanowiła przypadkowa lub programowa zmienność oraz rola selekcji przy jej utrwalaniu.

Ostatnie dwadzieścia lat — to era burzliwego rozwoju analizy elementów biorących udział w procesie życia i śledzenia ich wzajemnego oddziaływania, czyli interakcji. Olśniły nas odkrycia całych ciągów reakcji biochemicznych, takich jak glikoliza, cykl kwasów trójkarboksylowych i łańcuch cytochromowy. Uderzające podobieństwo składników i torów metabolicznych nasunęło nam koncepcję jedności biochemicznego mechanizmu wszystkich form życia. Kryło się w tym wielkie niebezpieczeństwo mechanistycznego interpretowania życia przez autonomicznie rozwijającą się biochemię i przytępienie instynktu badawczego w kierunku alternatywy. Dopiero ostatnie lata przyniosły ożywczy kierunek integracji biochemii z dawniejszymi koncepcjami biologicznymi, a to głównie dzięki udostępnieniu dla cytologii obszaru ultrastruktury, widzialnej w mikroskopie elektronowym. Różnorodność specjalizacyjna komórek na poziomie struktur wielocząsteczkowych pobudziła do poszukiwań różnorodności biochemicznej na poziomie molekularnym, która przedstawia jedno z bardziej frapujących a zarazem kontrowersyjnych zagadnień współczesnej biologii.

Podobnie jak poprzednio formy, tak obecnie studiujemy ewolucję cząsteczek kluczowych i uniwersalnych, jak np. pewne enzymy i cytochromy. Dochodzimy przy tym do wniosku, że stopień, w jakim uwidoczni się podobieństwo molekularne różnych gatunków, jest miarą konserwatyzmu niektórych procesów w ewolucji. Konserwatyzm ten jest największy w procesach metabolicznych o zasadniczym znaczeniu, takich jak mechanizm kontroli syntezy białka i wytwarzania użytecznej dla organizmu energii.

Postęp techniki umożliwił głębszy wgląd w organizację biologiczną. Zdolność rozdzielcza mikroskopu elektronowego, tysiąc razy większa od mikroskopu świetlnego, dała nam możliwość bezpośredniego zobaczenia wielkich cząsteczek, jak hemocjanina czy miozyna. Otworzył się świat ultrastruktury, ukazując zasadniczą prostotę elementów budujących organizm: błony, ziarna i włókna. Struktury te, reprezentujące przestrzenne uporządkowanie cząsteczek, aczkolwiek oglądane w sztywnym, utrwalonym stanie, w istocie swej są utworami pulsującymi, stale wymieniającymi swe składniki lub nawet, jak w mięśniu, zmieniającymi się rytmicznie.

W ostatnich latach zrozumieliśmy, że zarówno procesy metaboliczne prowadzące w konsekwencji do powielania uporządkowanej struktury biologicznej, jak i same struktury biologiczne, umożliwiające z kolei przebieg procesów metabolicznych, stanowią nieprzerwaną ciągłość, determinując i zarazem ograniczając się nawzajem w niekończących się sekwencjach aktywności. Stan ten, nazywany dawniej dynamiczną równowagą, został obecnie rozszerzony jako pojęcie dynamicznej organizacji decydującej o istnieniu komórki. Ciągi biochemicznych interakcji cząsteczek prowadzą do zmiany struktury, zmiana ta z kolei umożliwia następny ciąg interakcji, w efekcie czego powstanie znów nowa z funkcjonalnego punktu widzenia struktura.

Ostatnie lata były świadkami tryumfu biochemii, jakim jest udokumentowanie genetycznej funkcji kwasu dezoksyrybonukleinowego, jego budowy i koncepcji trójkowego kodu. Z tą chwilą liczne problemy związane z ewolucją, fizjologią i embriologią zostały otwarte przed bioche-

mikami, którzy zaczynają teraz coraz bardziej doceniać znaczenie i specyficzność tych zagadnień.

Walka o integralny charakter biologii trwa i doprowadza do ostrych sformułowań. Jednym z nich jest apel Daniela Mazii do pewnej wpływowej grupy badaczy ograniczających się w swych studiach do prymitywnej bakterii *Escherichia coli*; apel, aby nie patrzyli na skomplikowane problemy biologii komórkowej wyłącznie przez pryzmat stosunkowo prostych mechanizmów działających u tych bakterii.

Zaczynamy dziś widzieć życie w ujęciu cybernetycznym jako wytwarzanie się (zarówno w rozwoju osobniczym, jak i ewolucji) ciągu coraz to nowych poziomów homeostazy. Ewolucję życia uważamy za proces kilkietapowy, którego przebieg był prawdopodobnie następujący. W pierwotnych warunkach beztlenowych ewolucja chemiczna wytworzyła znaczną ilość nowych związków, dając początek prymitywnej cudzożywności. Z kolei wytworzenie funkcji biosyntetycznych przy rezygnacji z używania pewnych związków chemicznych doprowadziło do samożywności organizmów i w konsekwencji do wytworzenia tlenu gazowego jako nowego metabolitu. Pojawienie się dużych ilości tego gazu mogło być dostatecznie silnym bodźcem, aby doprowadzić w trzecim etapie do rezygnacji z pewnych funkcji biosyntetycznych i w ten sposób wytworzyć współczesną cudzożywność charakteryzującą przede wszystkim zwierzęta. Przejściu na każdy następny etap towarzyszyło wytwarzanie coraz to nowych, nadrzędnych układów regulacyjnych, gwarantujących homeostazę. Przykładem takiego układu może być zapewnienie stałej ciepłoty dla ssaków, pozostające w związku z wyjściem kręgowców z wody na ląd.

Na organizm patrzymy jako na układ samoregulujący się i samoreprodukujący, tak precyzyjny, iż skonstruowanie podobnego układu przez człowieka byłoby zaszczytnym zadaniem techniki przyszłości. Zagadnienie nowej jakości, jaką życie reprezentuje wobec materii nieożywionej, skłonni jesteśmy przypisać uporządkowaniu cząsteczek w ultrastrukturę biologiczną. Pojęcie siły vitalnej zastępujemy z powodzeniem fizycznym pojęciem biopola, rozumiejąc przez nie wytwarzanie na ultrastrukturach komórkowych specyficznych warunków przestrzenno-czasowych dla przebiegu szybkich i ukierunkowanych reakcji, a zwłaszcza dla wystąpienia takich form pobudzenia elektronowego i transmisji energii, jakie poza tymi strukturami byłyby bardzo mało prawdopodobne.

W celu bliższego wyjaśnienia, na czym polegają i do jakich konsekwencji prowadzi nowe metody pracy i nowe sposoby interpretacji, należy sięgnąć do molekularnego ujęcia procesów biologicznych.

Odkrycie enzymów i koenzymów uzmysłowiło nam, że funkcje żywych komórek w wielu przypadkach zagwarantowane są przez tak małe ilości cząsteczek reagujących, że niemożliwe jest ujawnienie procesów biologicznych statystycznie, jak to według praw termodynamiki interpretowano, np. zmiany energetyczne w substancjach gazowych liczących miliony drobin. Konieczne stało się natomiast poznanie budowy poszczególnych cząsteczek, ich konformacji, konfiguracji, ich energii chemicznej i przemian tej ostatniej. Na tym tle, w oparciu o biochemię i biofizykę, biologia molekularna, stanowiąca wspólny fundament dla wszelkich organizmów, ma najwięcej szans na wyjaśnienie mechanizmu procesów życiowych.

Mamy przed sobą okres żmudnej pracy analitycznej. Podobnie jednak, jak bez wykrycia atomu wodoru i widm rozładowań elektronowych

nieznana byłaby mechanika kwantowa, tak i w biologii molekularnej trzeba zebrać duże ilości podstawowych faktów, zanim obraz jej stanie się równie jednolity i przejrzysty.

Zainteresowanie biologa cząsteczką dotyczy zarówno jej reaktywności chemicznej, jak też jej struktury geometrycznej, a zwłaszcza konfiguracji, czyli ogólnego kształtu cząsteczki, oraz jej konformacji, tj. zmian w przestrzennym układzie grup, komplikującym się w miarę wzrostu wielkości cząsteczek. Ta struktura geometryczna, determinująca np. zdolność refrakcyjną, moment dipolowy lub własności magnetyczne w przypadku cząsteczek białka, określona jest przez tzw. układ α -spirali, opisany przez Paulinga, a w przypadku kwasów nukleinowych przez układ podwójnej spirali, opisaną przez Watsona i Cricka. Znaczenie struktury cząsteczki podkreślone jest np. znanym wymogiem przestrzennego dopasowania enzymu i jego substratu lub też antygenu i jego przeciwciała, dopasowania decydującego o specyficzności reakcji biologicznych.

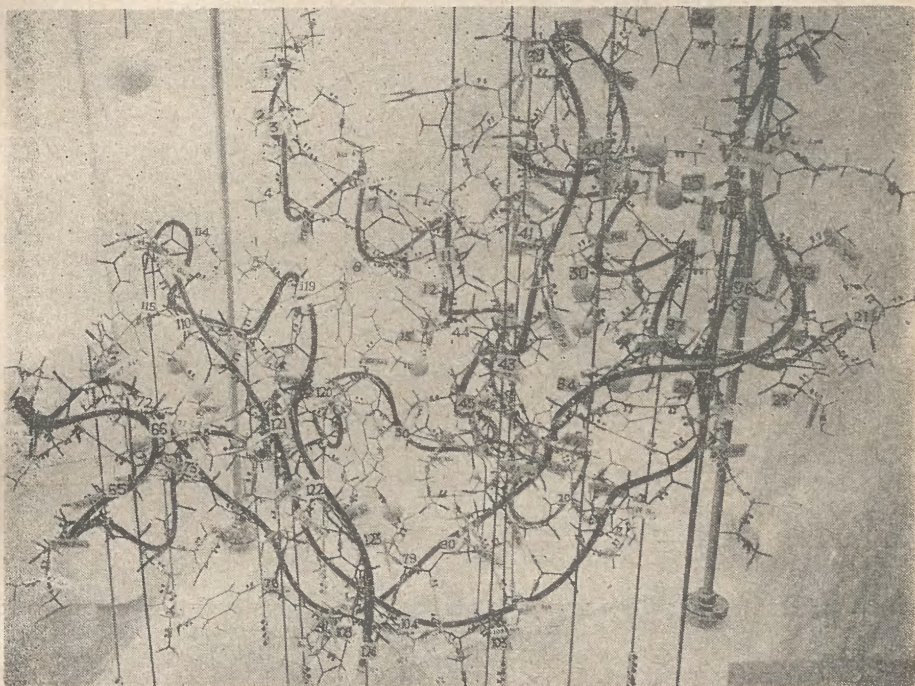
Dla struktury cząsteczki decydujące są z kolei siły wiązań międzyatomowych, z których wartościowości główne o odległości pomiędzy atomami 1,2—1,5 Å i wiązania wodorowe o odległości około 3 Å mają największe znaczenie w układach żywych, zapewniając rozpuszczalność części tych substancji w wodzie i umożliwiając tworzenie błon biologicznych. Słabsze od nich siły Van der Waalsa działające na odległość około 4 Å i siły asocjacyjne umożliwiają powstawanie cząsteczek wielokrotnych, czyli miceli, warunkujących z kolei wytworzenie innych, zwłaszcza włóknistych elementów plazmy.

Nie więc dziwnego, że poznanie struktury cząsteczek zostało wyróżnione dwukrotnym przyznaniem nagrody Nobla: w 1959 r. za model budowy kwasu dezoksyrybonukleinowego, a w 1961 r. za wyjaśnienie struktury mioglobiny. Cechą charakterystyczną dla struktury białek okazuje się ich wybitna asymetria przy niezwyklej przestrzennym skomplikowaniu budowy (rys. 1). Pamiętać jednak należy, że cząsteczki w warunkach organizacji biologicznej struktury swą najprawdopodobniej zmieniają i w związku z tym mogą ujawniać inne właściwości. Na przykład enzymy zaadsorbowane na powierzchni błon biologicznych reagują inaczej niż w swobodnym roztworze.

Cząsteczki ważne biologicznie mają zdolność porządkowania się w układ periodyczny drogą tworzenia kryształów smektycznych, jak np. lipidy, lub też drogą łączenia się w policząsteczki, czyli micelle, jak np. białkowe elementy włókniste mięśnia. Najważniejszą jednak ich zdolnością jest wytwarzanie błon stanowiących początkowo warstewki monomolekularne, a w których decydujące znaczenie mają dwa czynniki: uporządkowanie elementów oraz przestrzenne zbliżenie grup czynnych. Dzięki hydrofilnym i hydrofobowym właściwościom poszczególnych składników tych błon, zwłaszcza białek i lipidów, stosunkowo łatwo mógł się wytworzyć jednolity w całym świecie ożywionym układ zwany błoną podstawową. Składa się ona z dwóch warstw cząsteczek lipidowych pokrytych z każdej strony warstwą cząsteczek białkowych.

Błony utworzone z substancji organicznej napotykamy na spokojnej powierzchni naturalnych zbiorników wodnych. Niektórzy autorzy przypisują im ważną rolę w powstawaniu organizmów na Ziemi. Według ich koncepcji błony takie tworzyły miejscami pęcherzyki i oddziaływały w ten sposób pewną przestrzeń dając początek asymetrii funkcjonalnej. Polega ona na tym, że środowisko po jednej i po drugiej stronie jest od-

mienne, co w konsekwencji zmusza do różnicowania charakteru samej błony na obu powierzchniach, chociażby drogą różnic w ładunkach elektrycznych. Asymetria ta może pogłębiać się i doprowadzić do asymetrii strukturalnej, której przykładem są błony chloroplastu (rys. 1),

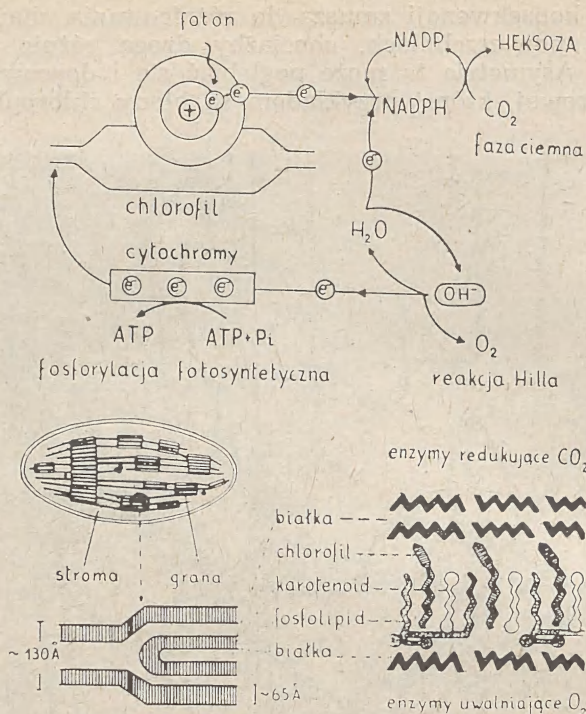


Rys. 1. Model struktury S-rybonukleazy. Przebieg głównego łańcucha zaznaczony wyraźniej; atomy siarki w cystynie i metioninie oznaczone kulkami. Numery oznaczają reszty aminokwasowe. Wg F. M. Richardsa i H. W. Wyckoffa.

gdzie o asymetrii decyduje zarówno jednostronne ustawienie pierścieni porfiryńowych, jak i zróżnicowanie enzymatyczne obu zewnętrznych warstw białkowych; jedna z nich zawiera komplet enzymów anaboli-zujących, prowadzących do syntezy cukrowców, podczas gdy w drugiej znajdują się enzymy katabolizujące, które w efekcie końcowym wytwarzają kwas adenozynotrójfosforowy (ATP) i molekularny tlen.

W oparciu o powyższe założenia biologii molekularnej warto prze-analizować dwa podstawowe aspekty życia, a mianowicie: transforma-cję energii i samopowielanie struktur biologicznych.

Transformacja energii zaczyna się fotosyntezą. Energia słoneczna wywołuje mianowicie pobudzenie molekularne chlorofilu wyrażone energią ekscytacji. Ta labilna energia, pochodząca z pobudzenia elek-tronowego, wibracyjnego lub rotacyjnego cząsteczek zostaje w orga-nizmach asymilujących bardziej ustabilizowana jako energia związana w cząsteczkach mediatorów energetycznych, z których najważniejszym jest kwas adenozynotrójfosforowy (ATP), następnie zaś kolejno prze-mieszczana w tych cząsteczkach i magazynowana w postaci energii trwale chemicznie związanej, np. w cukrowcach czy tłuszczach. Taki proces budowania substancji na koszt energii mediatorów nazywamy



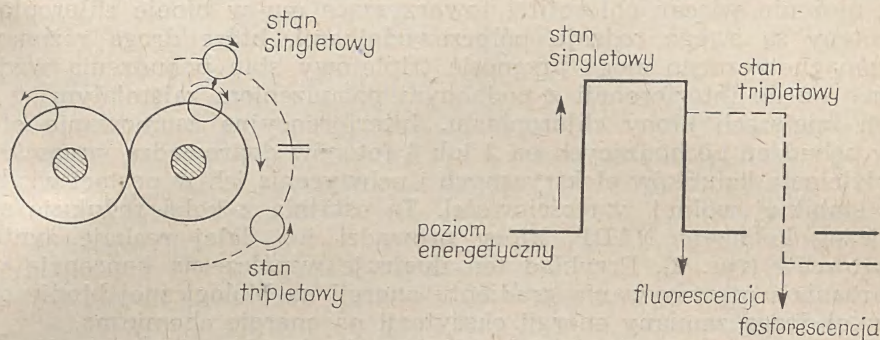
Rys. 2. Schemat fotosyntezy wg Calwina (A) oraz molekularnej struktury błony chloroplastu (B).

anabolizmem. Proces ten ulega później odwróceniu w tzw. katabolizm, podczas którego energia związków chemicznych wyzwala się drogą przemian cząsteczkowych i ponownie poprzez mediatory energetyczne przechodzi w swobodną formę energii, umożliwiającą różne funkcje biologiczne, jak np. skurcz mięśnia, przewodnictwo nerwowe czy świecenie organizmów. Poszczególne etapy tych przemian energii są najistotniejszym polem działania biologii molekularnej, która dąży obecnie do wyjaśnienia ich pojęciami mechaniki kwantowej.

Interesującym przykładem roli układów biologicznych przy wiązaniu energii jest pierwszy etap fotosyntezy. Cząsteczki o wiązaniu sprzężonym mają na orbicie zewnętrznej niezwiązane dwa elektrony, które są wtedy własnością nie jednego atomu, ale całego sprzężonego układu atomów. Elektrony te ulegają łatwo pobudzeniu przez foton przechodząc na jeszcze wyższą orbitę II (rys. 3). Tylko niektóre z takich cząsteczek potrafią utrzymać elektron w stanie pobudzenia przez czas chociażby tak krótki jak 10^{-8} sek., po czym energia zostaje wyemitowana znowu w postaci fotonu. Substancje takie nazywamy fluoryzującymi i one właśnie mogą pełnić rolę przenosiiciela energii. Oczywiście w układach biologicznych funkcja fluoryzacyjna będzie zepchnięta na dalszy plan wobec funkcji przenośnikowej. Tak na przykład chlorofil, fluoryzujący silnie w ekstraktach alkoholowych, właściwość tę prawie zupełnie traci, gdy występuje w zwartej strukturze chloroplastu.

Zazwyczaj przeniesienie elektronu na wyższą orbitę, wywołane pochłonięciem energii, powoduje wystąpienie tzw. stanu singletowego,

w którym kręt elektronów niezwiązanych jest przeciwny, w związku z czym zachowana jest równowaga elektromagnetyczna cząsteczki. Absorpcja fotonu może jednak spowodować równocześnie odwrócenie krętu pobudzonego elektronu, co prowadzi do tzw. stanu tripletowego, a wtedy cała cząsteczka ulega deformacji magnetycznej. Energia stanu tripletowego jest bardziej stabilna, a czas jego trwania jest około miliona razy dłuższy niż w przypadku stanu singletowego. Cząsteczka staje się wtedy paramagnetycznie aktywna i wchodzi w niebalansowany stan zbli-



Rys. 3. Schemat powstawania różnych stanów pobudzenia elektronowego.

żony do wolnej wartościowości. Trwałość stanu tripletowego w roztworach wodnych zwiększa się, skoro woda przechodzi w lód, a więc kiedy układa się ona w siatkę krystaliczną. Podobnie woda usztywniona adsorpcyjnie w strukturach biologicznych lub na ich powierzchni może umożliwić przedłużenie trwałości pobudzenia, co obserwujemy np. w błonach chloroplastu. Stan tripletowy, którego powstanie jest znacznie uprawdopodobnione przez uporządkowanie cząsteczek w zwartych błonach biologicznych, jest również odpowiedzialny za przenoszenie elektronów podczas oddychania tkankowego oraz za izomeryzację cząsteczek. Przykładem tego ostatniego procesu jest zachodząca pod wpływem absorpcji fotonu zmiana konformacji cząsteczek rodopsyny, odpowiedzialna za podstawowy proces wizji, a prowadząca do pobudzenia komórek siatkówki oka. Za to właśnie odkrycie prof. G. Wald otrzymał w 1967 r. nagrodę Nobla. Podobnie zmiana konformacji kwasu dezoksyrybonukleinowego, budującego chromosom, może być powodem występowania mutacji.

Powyższe rozważania o elektronach sugerowałyby istnienie wspólnego języka biologii i fizyki. Tymczasem jeden z najwybitniejszych biochemików XX wieku, Albert Szent Györgyi, w swej pionierskiej książce o bioenergetyce opisuje w żartobliwy sposób rzeczywistą sytuację biologii wobec fizyki. Mianowicie w celu lepszego zapoznania się z mechaniką kwantową spędził pół roku w Instytucie Fizyki w Princeton, opromienionym imieniem Einsteina i spotkał się wśród fizyków ze szczególną chęcią zainteresowania się zjawiskami biologicznymi. Skoro jednak zwrócił im uwagę, że w systemach żywych mamy do czynienia z równoczesną interakcją znacznej ilości elektronów znajdujących się na różnych poziomach energetycznych, koledzy fizycy odsunęli się od niego,

zniechęceni ogromem przewidywanych trudności matematycznych¹. I rzeczywiście, poważną przeszkodą w porozumieniu się fizyka z biologiem stanowi właśnie dotychczasowa niemożność matematycznego wyrażania procesów biologicznych.

Odnosnie do fotosyntezy przypuszcza się, że wystąpienie w toku ewolucji zjawiska strukturalnej asymetrii błon wewnątrz chloroplastu bądź umożliwiło w ogóle, bądź też przynajmniej zwiększyło możliwości przebiegu fotosyntezy drogą swego rodzaju powielania działalności pojedynczej cząsteczki chlorofilu. Dzięki naprzemiennemu, rezonansowemu ułożeniu wiązań chlorofil i towarzyszące mu w błonie chloroplastu karoteny są swego rodzaju półprzewodnikami, które drogą rezonansu paramagnetycznego mogą przenosić tripletowy stan pobudzenia wzdłuż błony, aż do interferencji z podobnym pobudzeniem zaistniałym w innych miejscach błony chloroplastu. Interferencyjne zsumowanie efektów pobudzeń pochodzących od 2 lub 4 fotonów doprowadza wreszcie do rozdzielenia ładunków elektrycznych i uchwycenia ich w postaci względnie stabilnej wolnej wartościowości. Ta ostatnia z kolei redukuje specyficzny koenzym NADP, który prowadzi już dalej reakcję syntezy cukrowców (rys. 2). Przykład ten ilustruje współczesną koncepcję wytwarzania i utrzymywania gradientu energii na biologicznej błonie granicznej drogą zamiany energii ekscytacji na energię chemiczną.

Odwrotny proces przekształcenia energii chemicznej w energię swobodną podczas katabolizmu odbywa się po kilku torach, które prawdopodobnie rozwinęły się w toku ewolucji od fosforylacji substratowej poprzez oksydacyjną do fotosyntetycznej. Wszystkie one prowadzą do wytworzenia mediatora energetycznego w postaci kwasu adenozynotrójfosforowego (ATP), związku o bardzo specyficznych właściwościach energetycznych, wynikających z konfiguracji jego cząsteczki. Drogi przejścia energii mediatora w energię swobodną są różne, a molekularny mechanizm owych przemian czeka obecnie na wyjaśnienie.

Pewne z omówionych błon białkowo-lipidowych zostały prawdopodobnie w ewolucji inkrustowane enzymami i budują dzisiaj wyspecjalizowane części składowe komórki, jak np. małe, 1 mikron mierzące mitochondria, zwane siłownikami komórki. Błony mitochondriów zbudowane są z drobnych, około 150 Å mierzących zespołów enzymatycznych zwanych oksysomami, których uwidocznienie w mikroskopie elektronowym stanowi jedno z najciekawszych osiągnięć ostatnich lat. Już w błonach chloroplastu widzieliśmy, że uporządkowanie cząsteczek zwiększa efektywność ich działania, a nawet umożliwia procesy, których w układach chaotycznych prześledzić się nie da. Podobnie charakterystyczny dla mitochondriów proces tworzenia kwasu adenozynotrójfosforowego (ATP) drogą fosforylacji oksydacyjnej przebiega zasadniczo tylko wtedy, gdy dwa pojedyncze elementy lipidowo-białkowej błony zestawione są ze sobą w bezpośrednim szerokim kontakcie. Sekret polega tu prawdopodobnie na wytworzeniu zwartego środowiska lipidowego, w którym przebiegać mogą reakcje skazane na znikome prawdopodobieństwo zaistnienia w polarnym środowisku wodnym. Niestety, mamy tylko bardzo małe możliwości śledzenia mechanizmu, w jakim występuje owa polaryzacja cząsteczek, które tworząc zespoły tracą swą ruchliwość, a za to zyskują uporządkowanie i spotęgowanie działania. W pewnej mierze możemy tu

¹ "When he revealed that living systems contain more than two electrons, physicists turned their backs on him in terror, mathematical difficulties becoming insurmountable" — (Bioenergetics, 1967).

oprzec się na badaniu ontogenezy utworów błoniastych i elementów włóknistych współczesnych komórek i tkanek. Badania te jednak okazały się nadspodziewanie trudne i na razie dysponujemy tylko pewną ilością informacji o gotowych, wyspecjalizowanych utrastrukturach biologicznych. Dowiedzieliśmy się np. ostatnio, że skurcz komórki mięśniowej polega na przesuwaniu się względem siebie dwóch układów filamentów, czyli micelarnych zespołów białkowych. Te widzialne w mikroskopie elektronowym i dobrze biochemicznie poznane nici białkowe tworzą podczas skurczu na koszt ATP przejściowe połączenia, zwane anastomozami. Mechanizm okresowego tworzenia się anastomoz, powstających prawdopodobnie poprzez wiązania wodorowe, jest obecnie jednym z centralnych problemów badawczych.

Ilość dziedzin biologii, w których punkt ciężkości badań przesuwają się w sferę molekularną, stale wzrasta. Systematycznie bada się ewolucyjne przekształcenia cząsteczek białka, wychodząc z założenia, że o ewolucji morfologicznej decydują zmiany w strukturze cząsteczek białka, a zwłaszcza enzymów. Wielu biologów uważa wprost, że właśnie zmiany w strukturze enzymów mogły i nadal mogą mieć zasadnicze znaczenie w procesie powstawania nowych gatunków.

Współczesna patologia i farmakologia sięga po molekularną interpretację istoty zjawisk patologicznych, ich genetycznego podłoża, a także mechanizmu działania leków. Wzrasta wysiłek skierowany ku poznaniu molekularnego mechanizmu koordynującej funkcji hormonów i systemu nerwowego, a wreszcie już poza okres hipotez wykracza ujmowanie procesów psychicznych, jako odbicia molekularnych, być może konfiguracyjnych, zmian cząsteczki RNA w komórkach kory mózgowej.

Wreszcie na zupełnie nowe tory przestawiona została genetyka dzięki odkryciu molekularnego charakteru mechanizmu dziedziczenia, określonego nazwą kodu genetycznego. Jednostką materialną tego kodu jest submolekularny, 30 A długi fragment spiralnej nici cząsteczki kwasu dezoksyrybonukleinowego, decydujący o wyborze jednego z 20 składowych aminokwasów i umieszczeniu go w określonym miejscu sekwencji łańcucha białkowego. Kod ten złożony jest z 4 elementów zasad purynowych, uporządkowanych po trzy obok siebie i daje więcej możliwości informacji, aniżeli jest to niezbędne dla zagwarantowania ścisłej replikacji cząsteczek białka. Warto wspomnieć, że ilość informacji zawartej w jednej nici kwasu dezoksyrybonukleinowego dopuszcza około 10^{80} kombinacji aminokwasów w cząsteczki białkowe przy tylko 10^6 ilości znanych na świecie gatunków. We wspomnianej nadwyżce informacji zawarta jest pośrednio możliwość eksponowania nowych cech, czyli plastyczność genetyczna pozwalająca poprzez mutacje i ich selekcję na postęp, jaki obserwujemy w ewolucji form życia.

Potencjał informacji genetycznej jest zawsze większy niż jego realizacja w organizmie. Może się on jednak ujawnić w zależności od bodźców dochodzących z otoczenia, podlegając regulacji układów homeostatycznych, skomplikowanych w stopniu proporcjonalnym do zróżnicowania komórek w oddzielne przedziały funkcjonalne i do łączenia się tych komórek kolejno w tkanki, organy i układy. Teoria informacji genetycznej i kodu nie jest jeszcze dopowiedziana do końca. Nawet zasadnicze obecnie hasło, według którego za syntezę każdego rodzaju białka odpowiedzialny jest jeden gen, wymaga uplastycznienia wobec całego szeregu nowo poznanych faktów, z których część próbuje się tłumaczyć tzw. teorią operonu.

Łatwo można wykazać analogię i wytłumaczyć kod genetyczny na przykładzie języka, zestawiając symbole wyrażeniowe z ich znaczeniami. Pamiętajmy jednak, że w rzeczywistości sytuacja jest tu w pewnym sensie odwrócona. Język, jako funkcja systemu nerwowego, jest specyficzną formą zapisu, czyli kodu nerwowego, którego bazą są zmiany metaboliczne w tkance mózgowej, powstające pod pośrednią kontrolą kodu genetycznego. Tak więc nie język tłumaczy nam kod genetyczny, lecz istnienie kodu genetycznego umożliwia nam porozumiewanie się językiem.

Odkrycie kodu genetycznego zwróciło uwagę biologów na matematyczną teorię informacji. Teoria ta pozwala nam zorientować się w stopniu złożoności układu i ocenić trudności w realizowaniu poszczególnych kombinacji przy porządkowaniu elementów układu. W ujęciu tej teorii ilość informacji potrzebnej do scharakteryzowania układu jest zarazem miarą entropii układów termodynamicznie otwartych, do których należą też organizmy żywe. Posłużymy się następującym przykładem. Trzymane w ręce w postaci jednego pęczka 4 bierki można łatwo scharakteryzować względem ich otoczenia. Są one do siebie równoległe i nachylone pod jednym kątem do płaszczyzny stołu. Z chwilą rozrzucenia bierek po stole każda z nich przybierze inną orientację w przestrzeni. Scharakteryzowanie położenia wszystkich bierek będzie wymagało większej ilości cech, a przez to będzie trudniejsze. Twierdzimy wtedy, że układ bierek ujętych w ręce ma mniejszą entropię aniżeli układ bierek chaotycznie rozspanych. Rozumiemy więc teraz, że układ uporządkowany, o małej entropii, można łatwiej scharakteryzować i kodować. Przez to ostatnie słowo rozumiemy przekazywanie informacji o układzie. Definicję informacji można wyrazić wzorem:

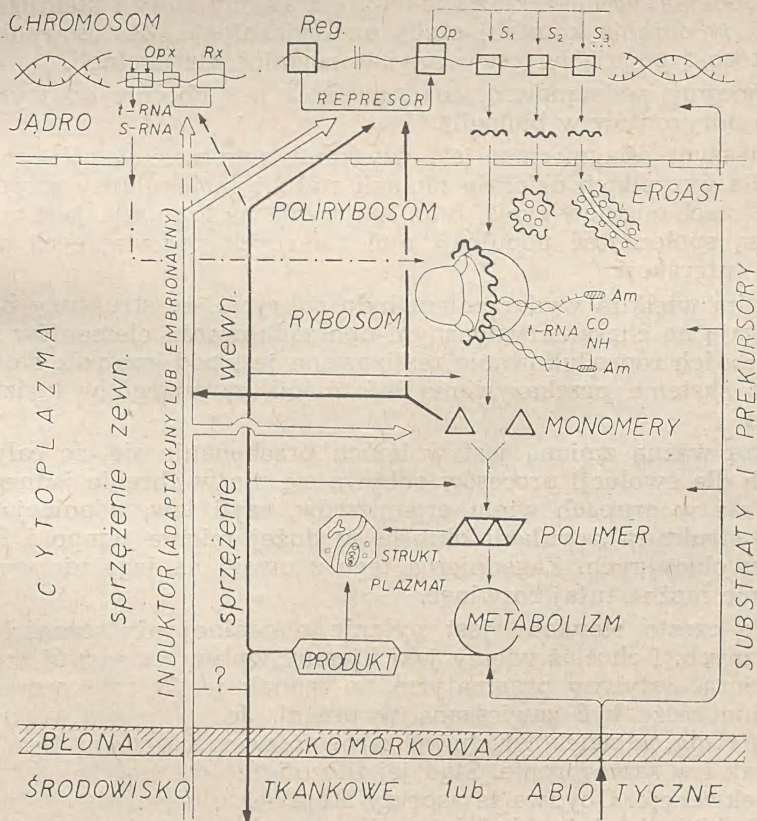
$$H = \log_2 \frac{P'}{P}$$

Informacja jest tu równa logarytmowi o podstawie 2 z ułamka, którego mianownik wyraża prawdopodobieństwo zmiany przed dotarciem kodu (P), a licznik — także prawdopodobieństwo po dotarciu kodu (P'). Wtedy dla wyboru jednego określonego z 16 elementów potrzebujemy tylko 4 „jednostki informacji”, czyli tzw. bity; w omawianym przypadku $P' = 1$, a $P = 1/16$. Analogicznie do wyboru jednego jedyne z 20 aminokwasów w celu włączenia go w określone miejsce sekwencji przy syntezie białka potrzebujemy nieco mniej niż 5 bitów.

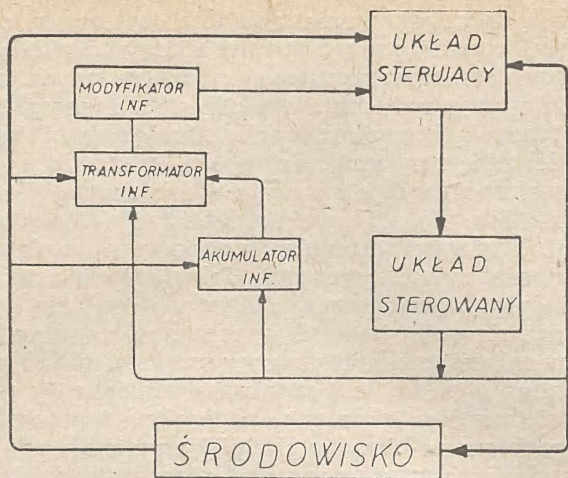
W świetle teorii informacji dawne pojęcie entropii jako „specjalnej formy ciepła” można teraz przedstawić jako pewną miarę prawdopodobieństwa. W miarę realizowania informacji, tj. w naszym przypadku przy tworzeniu w komórkach określonego białka, entropia układu: pula aminokwasowa plus białko będzie spadała i w tym sensie mówi się ostatnio o tzw. wytwarzaniu przez układy biologiczne „ujemnej entropii”.

Jeśli więc cechą życia jest budowanie organizacji i porządku w układzie cząsteczek, a przez to walka ze wzrostem entropii i z chaosem, to ewolucja będzie polegać m.in. na wyselekcjonowaniu najprostszych i najpewniejszych kodów genetycznych dla zapewnienia dobrej informacji bezpośrednio gwarantującej specyficzną interakcję molekularną we wszystkich komórkach organizmu. Tak więc wydaje się, że dostaliśmy do ręki dawno poszukiwany sposób matematycznego charakteryzowania procesów biologicznych, o znaczeniu na razie teoretycznym, który jednak może oddać nieocenione usługi już w najbliższej przyszłości.

Poza zdolnością uporządkowania układów cząsteczek, organizmy wykazują obecność niezwykle precyzyjnych, a przy tym adaptacyjnie plastycznych układów samokontrolujących, zezwalających na osiągnięcie maximum wyników przy minimum wydatkowania energii. Ta sfera zjawisk objęta jest nazwą biocybernetyki, której rozwój jako dyscypliny integrującej dopiero się rozpoczął. Jej polem działania się zarówno wypracowanie ogólnej formuły, jak i wyjaśnienie szczegółów działania ultrastabilnych układów biologicznych, włączając w to wspomnianą już teorię informacji. Ważnymi osiągnięciami jest tu stwierdzenie harmonicznej oscylacyjności wielu procesów biologicznych oraz powszechność zasady regulacji drogą sprzężenia zwrotnego. Regulację procesów metabolicznych próbuje się już ujmować w równania matematyczne, wyróżniając np. przy regulacji poziomu glukozy we krwi układ proporcjonalny ($y = kx$), całkujący ($y = k \int_0^t x dt$) oraz różniczkujący ($y = k \frac{dx}{dt}$), działające odpowiednio poprzez glukagon, adrenalinę i proces glikoneogenezy. Centralnym problemem biocybernetyki jest zagadnienie regulacji syntezy białka w aspekcie metabolicznym, adaptacyjnym i ontogenetycznym, gdzie wielkie obietnice rokuje teoria operonu, dobrze opracowana dla Procariota, ale nadal tylko robocza dla Eucariota. Szersze implikacje tej teorii ilustruje rys. 4, podczas gdy rys. 5 przedstawia schemat cyberne-



Rys. 4. Hipotetyczny schemat regulacji syntezy białka w komórce z aspektu metabolicznego, adaptacyjnego i ontogenetycznego, oparty na teorii operonu.



Rys. 5. Schemat cybernetyczny układu ultrastabilnego.

tyczny samoorganizującego się układu ultrastabilnego. Przy dużej analogii obu schematów charakter i lokalizacja akumulatora i stabilizatora informacji w obrębie komórki czeka na wyjaśnienie. Zastosowanie i znaczenie tego typu ujęcia jest oczywiście również dla ekologii.

Spróbujmy podsumować, co upoważnia nas obecnie do wyróżnienia nowych horyzontów w biologii?

Pierwszym osiągnięciem jest uzyskanie nareszcie wspólnego języka, jakim dla wszystkich dziedzin biologii stał się molekularny sposób interpretacji mechanizmów życia, oraz spojrzenie na komórkę jako na zorganizowaną społeczność populacji molekularnych pozostających w dynamicznej interakcji.

Drugim wielkim wydarzeniem było odkrycie, że struktury biologiczne polegają na charakterystycznym uporządkowaniu elementów molekularnych, a ich reprodukcja realizowana jest pod kontrolą stosunkowo prostego systemu przekazywania informacji, zawartego w kodzie genetycznym.

Dalszą ważną zmianą jest w końcu przekonanie się, że cały szereg ważnych dla ewolucji procesów odbywa się nie w obrębie jednego organizmu, ale w grupach wielu organizmów, czyli tzw. populacjach, i że właśnie struktura populacji określa w dużej mierze tempo i kierunek zmian ewolucyjnych. Zagadnienia tego z uwagi na jego niezwykle złożoność nie można tutaj rozwinąć.

Jakże często stawiane jest pytanie o ogólnej użyteczności odkryć biologicznych. I chociaż wiemy jaki ujemny wpływ na rozwój nauki może wywierać sztywny pragmatyzm, to jednak jest rzeczą oczywistą, że nauka nie może być zawieszona w próżni. Jest ona wytworem myśli ludzkiej i ma człowiekowi służyć zarówno w rozszerzeniu jego świadomości, jak i w samoobronie. Stąd jej filozoficzno-poznawcze i ekonomiczne konsekwencje. Obydwa te aspekty stają coraz wyraźniej przed rozwijającą się biologią. Jej wkład do teorii poznania to między innymi pojęcia takie jak: wytworzenie nowej jakości przez uporządkowanie elementów, nieprzerwany przepływ energii i materii w organizmach oraz zrozumie-

nie, że struktura i funkcja biologiczna — to tylko dwa ekstremalne oblicza aperiodycznej pulsacji energii.

Konsekwencje ekonomiczne — to uzbrojenie do walki o zachowanie gatunku ludzkiego i ewentualne próby ingerencji w proces ewolucji naszego i innych gatunków. Na pierwszy plan wysuwa się obrona przed chorobami somatycznymi i psychicznymi oraz przygotowanie do ewentualnej konfrontacji z innymi formami agresywnej tendencji porządkowania struktur, które to tendencje należy uważać za odmienne postacie życia, z jakimi możemy zetknąć się w przyszłości poza naszym globem. Istotne są również wysiłki zmierzające do pełnego zaspokajania potrzeb absolutnych heterotrofów, którymi jesteśmy, a którym zabraknąć może kiedyś puli prefabrykatów dostarczanych dotychczas przez inne organizmy roślinne i zwierzęce.

Istotne są także konsekwencje w dziedzinie organizacji nauki. Właśnie specyficzną cechą molekularnego ujęcia biologii jest jej międzydiscyplinowy charakter. Efekty badawcze na tym polu można osiągnąć tylko przy ścisłej współpracy przedstawicieli różnych dziedzin i różnych technik, zarówno biologicznych, jak i chemicznych, fizycznych, a nawet matematycznych. Wymagana też jest ścisła współpraca pomiędzy ludźmi zainteresowanymi w tej samej problematyce, ale podchodzącymi do niej z różnych punktów widzenia i z różnym zapleczem naukowym. Organizacyjnie wymaga to ogromnego zespołu ludzi i wyposażenia przekraczającego przeważnie możliwości mniejszych państw oraz zapewnienia odpowiednio elastycznej ramy administracyjnej. Stąd nowoczesna biologia jest jedną z najbardziej umiędzynarodowionych nauk, wymagającą zarówno ścisłej współpracy różnych krajów, jak i stałej, efektywnej i szybkiej wymiany informacji naukowej.

Wreszcie myśl ludzka oswaja się stopniowo z materialnym podłożem wyższych czynności układu nerwowego, przy badaniu których stajemy bezpośrednio wobec problemu indeterminacji. Coraz śміalej wysuwane obecnie założenia molekularnego tła zjawisk pamięci, a nawet tworzenia pojęć abstrakcyjnych, zakreśla w pewnym sensie automatycznie granice poznawcze pojedynczego umysłu. Jednym więc z celów biologii staje się wyjaśnienie mechanizmu tzw. kodu nerwowego i następnie zapewnienie jego pełnosprawnego funkcjonowania czyli wykorzystania całej potencjalnej pamięci i inteligencji osobnika. Przed dalszym rozwojem umysłu na użytek całej ludzkości stoi jak bariera dźwiękowa trudność w osiągnięciu pełniejszej komunikatywności i całkowitego przekazywania doświadczeń. Być może trzeba więc będzie szukać sprawniejszych i bardziej bezpośrednich dróg przekazywania engramatów, aniżeli umożliwi nam to II układ sygnałów, i prawdopodobnie sięgniemy nawet do materialnego tłumaczenia zjawisk parapsychologii. Historia i współczesna prężność rozwoju biologii, a nade wszystko jej rosnąca integracja z innymi naukami pozwala nam we wszystkich wspomnianych dziedzinach patrzeć optymistycznie w przyszłość.

NATURALNE JEDNOSTKI ZBIORCZE PASOŻYTÓW JAKO PRZEDMIOT BADAŃ PARAZYTOSYNEKOLOGII

I. WSTĘP

Przedmiotem badań ekologii współczesnej — synekologii — są grupy organizmów, które występując razem tworzą jakąś zintegrowaną całość strukturalną i funkcjonalną, nie są więc przypadkowym lub sztucznym zbiorem osobników. Wyróżnia się: populacje — jako zintegrowane grupy jednogatunkowe oraz zgrupowania, zespoły, biocenozy czy ekosystemy — jako zintegrowane grupy wielogatunkowe.

Problematyka synekologiczna koncentruje się głównie na badaniu organizacji struktury i funkcji jednostek synbiologicznych. Jest ona wynikiem współzależności między komponentami tych jednostek (bezpośrednich — realizowanych przez kontakty osobnicze i pośrednich — realizowanych przez środowisko) (Petrusewicz, 1965).

Pasożyty, ich postacie dorosłe i larwalne, także tworzą zintegrowane jednostki zbiorcze (jedno- i wielogatunkowe) w swoich różnorodnych i wielostopniowych środowiskach. Badania eksperymentalne i terenowe nad tego typu jednostkami kryją w sobie ogromne możliwości poznawcze w zakresie parazytologii teoretycznej i stosowanej (Kisielewska, 1965 a, b). Walory tego kierunku potwierdza dotychczasowy światowy dorobek parazytologiczny, w którym stale przybywa publikacji nawiązujących do ujęć synekologicznych. Jednakże pracom tym brak (z wyjątkiem może szkół Dogiela i Pawłowskiego) wspólnego mianownika w operowaniu terminologią i pojęciami zapożyczanymi bezkrytycznie z ekologii organizmów wolnożyjących, w pojmowaniu treści tych pojęć, a co najważniejsze — jednolitych założeń metodycznych. Czyni to wyniki poszczególnych autorów mało, bądź wcale nie porównywalnymi. A przecież rozwój badań synekologicznych w parazytologii, zamierzony i programowy, wydaje się ze wszech miar pożądany.

Niniejsza publikacja jest próbą określenia obiektów i problematyki badań parazyto-synekologii oraz teoretycznych i metodycznych podstaw tego kierunku. Oparto się na literaturze ekologicznej (dotyczącej organizmów wolnożyjących) oraz parazytologicznej (w tej liczbie także na własnych opracowaniach).

Spośród wykorzystanych pozycji ekologicznych należy wymienić przede wszystkim te, które miały charakter syntetyczny (Petrusewicz, 1936, 1937, 1938, 1958, 1963, 1965, Elton, 1927, Alle i in. 1949, Naumov, 1956, 1963, Odum, 1963). Źródłem inspiracji były dla mnie również liczne prace materiałowe Petrusewicza, Tarwida, Andrzejewskiego, Kaczmarka, Ryszkowskiego, Andrzejewskiej, Łuczakowej, Trojana i innych, stanowiące dorobek polskiej szkoły ekologicznej.

Spośród pozycji parazytologicznych o charakterze syntetyczno-teoretycznym należy wymienić prace: Raabego (1950, 1955), Wiśniewskiego

(1955), Michajłowa (1956, 1960), Kisielewskiej (1965 a, b) oraz Pawłowski (1934, 1937, 1946, 1948, 1955), Beklemiszewa (1931, 1951), Dogiela (1947), Baera (1946, 1951, 1955), Theodoridesa (1954).

Spośród prac parazytologicznych materiałowych, o charakterze synekologicznym, można wydzielić dwie grupy tematyczne i metodyczne.

Do pierwszej z nich należą prace autorów, którzy w oparciu o badania głównie eksperymentalne zajmowali się analizą stosunków wewnątrz- i międzygatunkowych u pasożytów. Stosunki wewnątrzgatunkowe rozpatrywali: Michajłow (1953, 1955), Kislewska (1957 a,b, c, 1959), Guttowa (1961), Tarczyński (1961), Żebrowska (1965) oraz Pawłowski i Gniezdilov (1950), Chandler (1939), Yozima i Machida (1958), Krupp (1961), Roberts (1961) i inni. Stosunki międzygatunkowe — Michajłow (1958, 1959), Wiśniewski, Szymanik, Bazańska (1958), Korpaczewska (1963), Sulgostowska (1963) oraz Pawłowski i Gniezdilov (1953), Keeling (1961), Holmes (1961, 1962), Petter (1963) i inni.

Chociaż autorzy wymienionych prac operowali najczęściej terminem „stosunki wewnątrz- i międzygatunkowe”, badania ich sprowadzały się w rzeczywistości do analizy stosunków wewnątrzpopulacyjnych bądź wewnątrzceńotycznych. Omawiali więc różne typy reakcji na przegęszczenie w populacjach pasożytów, antagonizmy między komponentami jednostek pasożytniczych, wyrażające się ograniczaniem liczebności inwazji, wzrostu osobników, tempa ich rozwoju, produkcji rozrodczej itp. W kilku tylko pracach, i to terenowych, poruszono zagadnienie struktury naturalnych ugrupowań pasożytów (skład gatunkowy, dane liczbowe) (Wiśniewski i in. 1958, Korpaczewska, 1963, Petter, 1963) oraz zagadnienie dominacji (Petter, 1963). W ogromnej większości zjawiska te badano w ugrupowaniach pasożytów bytujących w pojedynczym osobniku żywiciela.

Druga grupa prac o charakterze synekologicznym obejmuje badania (wyłącznie terenowe) nad ugrupowaniami pasożytów w jednostce terytorialnej, jaką stanowi konkretna populacja żywiciela lub biocenoza. Badania tego typu prowadzili w Polsce: Wiśniewski (1955, 1958), Kozicka (1963), Jarecka (1958), Sulgostowska (1963), Korpaczewska (1963) — na modelu parazytofauny jezior i związanej z nimi awifauny oraz Kislewska (1961, 1963, 1964) — na modelu parazytofauny leśnych *Insectivora*.

Ogólnie biorąc, w Polsce badania eksperymentalne nad ugrupowaniami helmintów w pojedynczym osobniku żywiciela zapoczątkował Michajłow (1953, 1955, 1956, 1958, 1959), badania zaś nad ugrupowaniami helmintów w biocenozie — Wiśniewski (1955, 1958). Należy także podkreślić, że pierwszy w Polsce program badań biocenologicznych w parazytologii oraz perspektywy teoretyczne i praktyczne tego kierunku nakreślił w sposób wnikliwy i do dziś aktualny — Raabe (1950).

Spośród publikacji autorów zagranicznych wymienię w tej grupie tylko te, które dotyczą pasożytów gryzoni. Są to (z dostępnej mi literatury) prace: Kirschenblatta (1938), Dubinina (1953), Erhardovej (1957, 1958), Grybovej (1953), Sośninej (1957), Levina i Gołovina (1960), Dymitrovej, Genova i Karapczanńskiego (1962), Schmidta (1962), Czebotarieva (1963), Rupeša (1964), Kontrimaviczusa i Chochłovej (1964), Sharpea (1964), Szaldibina (1965), Mozgovoja i in. (1966), Tenory (1967 a, b), Wahla (1967). Prace te zawierają dane, które charakteryzują strukturę jednostek zbiorczych pasożytów (skład gatunkowy, stosunki ilościowe) oraz jej zmienność, zależną od gatunku żywiciela, od jego biotopu i od pór roku. Każda z wymienionych prac zawiera przynajmniej jeden ele-

ment tej — globalnie przedstawionej problematyki. Dlatego można je wiązać z synekologią i należy uznać ich duży wkład do wiedzy o cechach struktury i o współzależnościach jednostek zbiorczych pasożytów (na modelu pasożytów gryzoni).

Własne prace (Kisielewska a, b, c, d, e) dotyczą organizacji zgrupowań helmintów w przewodzie pokarmowym nornicy rudej (*Clethrionomys glareolus* Schreb.). Omówiono w nich: a) strukturę tych zgrupowań oraz zmienność sezonową w populacji nornicy zamieszkującej Białowieski Park Narodowy (BPN); b) proces osiedlania się helmintów w biocenozie wolnej poprzednio od pasożytów (na wyspie); c) modyfikacje struktury zgrupowań helmintów w populacjach nornic zamieszkujących różne biocenozy leśne; d) strukturę przestrzenną zgrupowania helmintów na tle populacji żywiciela; e) niektóre zagadnienia dotyczące zgrupowań pasożytniczych w pojedynczym osobniku żywiciela (nornicy). Materiał, na którym oparto te prace, stanowiły 2223 nornice z 10 biotopów leśnych na terenie Polski, gdzie łącznie stwierdzono istnienie 19 gatunków helmintów przewodu pokarmowego.

Z uwagi na to, że wymienione wyżej prace dotyczą wyłącznie helmintów, w dalszym toku rozważań mowa będzie głównie o tej grupie pasożytów. Rozpatrzenie analogicznych problemów w odniesieniu do ektopasożytów (zwłaszcza *Arthropoda*) oraz pierwotniaków pasożytniczych wymagałoby zapewne wielu modyfikacji o charakterze merytorycznym, a już niewątpliwie odrębnego warsztatu metodycznego.

II. JEDNOSTKI ZBIORCZE W PARAZYTOSYNEKOLOGII

W ekologii najpierw roślin, a później zwierząt wolnożyjących — w okresie powstawania kierunku zwanego biocenologią — wyodrębniano wiele jednostek zbiorczych, jednostek różnej rangi pod względem składu ilościowego i jakościowego, zasięgu terytorialnego i stopnia wzajemnych powiązań między komponentami. Tak więc asocjacje, biocenozy, synuzje, zgrupowania otwarte i zamknięte, zespoły, agregacje itp. — były to jednostki zbiorcze definiowane przez różnych autorów, czasem prawie identyczne w treści, a rozbieżne jedynie w nazwie, czasem znów pod tą samą nazwą kryjące niejednoznaczną treść. Uporządkowania tego chaosu terminów i pojęć dokonał Petruszewicz (1936, 1937).

Dążenia ekologów do sklasyfikowania całej biosfery na jednostki mniejsze, ale stanowiące naturalną całość strukturalną, funkcjonalną i terytorialną, wynikały z konieczności już choćby tylko natury metodycznej i stanowiły podstawę założeń teoretycznych synekologii. To bowiem wytyczało obiekty i zakres badań danego kierunku nauk biologicznych.

Analogiczny problem wyłonił się przed parazytosinekologią. Wszyscy żywiele ostateczni i pośredni wraz z bytującymi w nich larwami i formami dorosłymi pasożytów oraz ta część środowiska zewnętrznego, w której odbywa się rozwój jaj lub wolnożyjących larw pasożytów — jest ogromną, ale jednocześnie samodzielną jednostką ekopasożytniczą (Kisielewska, 1965 a). Jednakże podjęcie badań nad taką jednostką, a zwłaszcza całościowe ujęcie zachodzących w niej procesów byłoby niemożliwe. Dlatego w jej obrębie należało wyróżnić mniejsze, metodycznie łatwiejsze do ujęcia, a jednocześnie takie, których wyodrębnienie nie byłoby sprzeczne z naturalnymi układami biocenotycznymi.

Na wstępie należałoby ustalić jednostki terytorialne, w których obrębie mogą występować naturalne ugrupowania pasożytów. W ekologii używa się tu takich terminów, jak nisza ekologiczna, biotop, siedlisko itp. Uważam więc za konieczne wyjaśnić, co rozumiem pod tymi terminami, w odniesieniu do pasożytów. Termin „biotop” wprowadził Dahl w 1914 r. (cyt. za Lityńskim, 1938). Jest to najmniejsza, mniej więcej jednorodna jednostka biosfery. Zasiedlenie jej jest samodzielną całością. Organizmy zasiedlające biotop określa się mianem biocenozy (Petrusewicz, 1936). Dla pasożytów biotopem są poszczególne narządy bądź układy stanowiące: dla organizmu żywiciela całość funkcjonalną (jednak zróżnicowaną morfologicznie), zaś dla organizmów pasożytniczych całość terytorialną (jednak zróżnicowaną ekologicznie). Zróżnicowanie morfologiczne wyznacza w obrębie biotopu poszczególne siedliska (zootopy wg Petrusewicza, 1938), jak np. żołądek lub jelito cienkie — w biotopie przewodu pokarmowego, miedniczka nerkowa lub pęcherz moczowy — w biotopie układu moczowego, pęcherzyki płucne lub oskrzela — w biotopie układu oddechowego itp. Poszczególne zootopy mogą być dla pasożyta: a) siedliskiem stacjonarnym, w którym określona postać rozwojowa pasożyta osiąga swoją ostateczną formę (inwazyjnej larwy, dojrzałego płciowo osobnika), b) siedliskiem tranzytowym, przez które pasożyt przechodzi dążąc do odpowiedniego organu czy narządu żywiciela. Zootopem właściwym będzie naturalnie siedlisko stacjonarne, zgodnie z określeniem Oduma (1963), że siedliskiem organizmu jest „miejsce w którym można go znaleźć”. Biotop i siedlisko — nie pomniejszając bynajmniej ich cech i zróżnicowań ekologicznych — mają przede wszystkim charakter jednostek terytorialnych, topograficznych. Ich zasięg i granice można wyznaczyć „na oko”, w oparciu o znajomość anatomii opanowanych przez pasożyty narządów bądź układów.

Pojęcie niszy zawiera w sobie treść znacznie głębszą. Twórca tego pojęcia — Elton (1927) — nadał mu sens „funkcjonalnego znaczenia organizmów w biocenozie”. Lityński (1938) określa niszę jako „kompleks konieczności biotycznych danego gatunku”. Odum (1963) w sposób bardzo obrazowy i trafny przedstawia różnicę między siedliskiem, które jest „adresem gatunku”, a niszą, która określa jego „zawód”, bowiem „nisza gatunku zależy nie tylko od tego, gdzie on żyje, ale również od tego, co robi”.

Bez względu na różnorodność sformułowań sens ich jest we wszystkich przypadkach jednoznaczny: niszę ekologiczną określa zespół elementów biotycznych i abiotycznych, czerpanych z danego siedliska i niezbędnych do życia danej grupy organizmów oraz rola jaką odgrywają one w biocenozie (producenci, konsumenci itp.).

W świetle tej definicji poznanie niszy ekologicznej jakiejś konkretnej grupy organizmów nie jest rzeczą łatwą i wymaga wielokierunkowych badań (np. fizjologicznych i biochemicznych w odniesieniu do pasożytów). Jeżeli w danym zootopie występują gatunki reprezentujące różnorakie „modele życia”, oznacza to, że jest to zootop zróżnicowany ekologicznie, wieloniszowy, dysponujący dużą „pojemnością” ekologiczną.

Biotop, siedlisko i niszę omówiono na przykładzie pojedynczego osobnika żywiciela. W obrębie jego konkretnej populacji występują te same terytoria, tylko zwielokrotnione i stanowiące ruchomą mozaikę.

W parazytologii — jak dotąd — przyjęły się dwa terminy na określenie typów jednostek zbiorczych pasożytów. Pierwszy z nich — parazyto-cenoza — dotyczy zbioru wszystkich pasożytów zasiedlających cały or-

ganizm żywiciela. Twórca tego pojęcia, Pawłowski (1934) pierwszy stwierdził, że pasożyty zamieszkujące poszczególne organy i narządy żywiciela nie tylko stanowią mechaniczny zbiór osobników i gatunków związany wspólnym miejscem bytowania, ale wywierają na siebie wzajemne wpływy wypracowane w toku ewolucji, dzięki czemu stanowią jednostkę ce-notyczną.

Terminem, zapożyczonym z ekologii organizmów wolnożyjących, a dość powszechnie używanym przez parazytologów jest populacja. Jak dotąd — populacją nazywano najczęściej pasożyty jednego gatunku występujące w pojedynczym osobniku żywiciela (Michajłow, Kisielewska, Guttowa, Żebrowska — loc. cit.). Populacje i parazytocenozy można uznać za podstawowe realne jednostki zbiorcze organizmów pasożytniczych. Jednakże pojęcia te wymagają wnikliwej interpretacji i bardziej szczegółowego sklasyfikowania z uwagi na ogromną złożoność i różnorodność form ontogenetycznych oraz specyfikę i przemianę środowisk, w których bytują pasożyty.

W jednej ze swoich prac (Kisielewska, 1965 a) przedstawiłam ogólne zarysy klasyfikacji jednostek zbiorczych w świecie pasożytów oraz porównałam je z podobnymi jednostkami u organizmów wolnożyjących. Obecnie — w oparciu o tamten szkic — proponuję nazywać populacjami jednostki zintegrowane, jednogatunkowe, zasiedlające tę samą niszę ekologiczną, z grupowaniami zaś — jednostki zintegrowane wielogatunkowe, o określonej strukturze ilościowej, jakościowej i przestrzennej. Termin „zgrupowanie” zaproponował Petruszewicz (1936) dla grup organizmów zasiedlających to samo terytorium, lecz stanowiących coś więcej niż zbiorowisko tylko przestrzenne.

Wymienione dwa typy jednostek zbiorczych można rozpatrywać w różnym zasięgu:

1. Jednostki zbiorcze w obrębie pojedynczego osobnika żywiciela. Są to populacje i zgrupowania idiohostalne. Jednostką terytorialną tych ugrupowań jest pojedynczy organizm żywiciela (jego biotop, siedlisko lub nisza), np. populacja larw taśmienicy *Drepanidotaenia lanceolata* (Bloch) w jamie ciała oczlika (Kisielewska 1957 a, b, 1959).

2. Jednostki zbiorcze na szczeblu populacji żywiciela. Są to populacje i zgrupowania synhostalne. Jednostką terytorialną są tu wszystkie osobniki wchodzące w skład danej populacji żywiciela, zarażone i nie zarażone (te ostatnie bowiem są potencjalnymi żywicielami i mogą w każdej chwili ulec inwazji). Biotopy, siedliska i nisze są tu identyczne jak dla jednostek idiohostalnych, tyle że pomnożone przez liczbę osobników w populacji żywicieli. Jednakże różnice dotyczące cech ugrupowań idio- i synhostalnych oraz mechanizmów kształtujących strukturę tych jednostek są bardziej skomplikowane i będą omówione w dalszych rozdziałach. Przykładem grupy synhostalnej może być zgrupowanie helmintów nornicy w BPN (Kisielewska a).

3. Jednostki zbiorcze na szczeblu wszystkich gatunków (populacji) żywicieli zamieszkujących daną biocenozę. Są to populacje i zgrupowania panhostalne. Jednostkę terytorialną stanowi tu zbiór wszystkich żywicieli danego gatunku pasożyta (populacja panhostalna) bądź danej grupy gatunków pasożytów (zgrupowanie panhostalne). Ugrupowania tego typu dotyczą wyłącznie pasożytów o szerszej specyficzności (występujących u więcej niż jednego gatunku żywiciela).

Jednostki zbiorcze pasożytów można też rozpatrywać w różnym zakresie:

a) zakres monostadialny, gdy badaniom poddaje się tylko jedną postać ontogenetyczną pasożyta (np. tylko larwy w żywicielu pośrednim), na dowolnym szczeblu,

b) zakres bistadialny, ew. tristadialny, gdy bada się wszystkie postacie ontogenetyczne mające za środowisko organizmy żywicielskie i traktuje się je łącznie jako jednostkę ekologiczną przechodzącą przemianę środowisk,

c) zakres pełnej ontogenezy, gdy badamy wszystkie postacie ontogenetyczne pasożyta (wolnożyjące i pasożytnicze) w danej biocenozie.

Jednostka zbiorcza na szczeblu panhostalnym (wszyscy żywiele), w zakresie pełnej ontogenezy (wszystkie stadia) jest parazyto-ekosystemem.

Określanie mianem populacji grupy osobników reprezentujących tylko jedno stadium ontogenetyczne danego gatunku (np. tylko larwy) może budzić zastrzeżenia. „Populacja” taka bowiem, nie reprezentuje na danym terenie gatunku jako całości oraz nie rozmnaża się. Jednakże wydaje się, że to, co byłoby błędem w odniesieniu do organizmów wolnożyjących, można przyjąć za słuszne w odniesieniu do pasożytów, specyfika bowiem ich cykli życiowych i związanej z tym przemiany środowisk sprawia, że np. larwy różnych gatunków tasiemców w jamie ciała jednego oczlika podlegają ściślejszym współzależnościom bezpośrednim (miedzyosobniczym) niż larwy i osobniki dorosłe tego samego gatunku bytujące w zupełnie odrębnych, nie kontaktujących się z sobą zootopach. Rozpatrując jednostki zbiorcze monostadialne należy oczywiście pamiętać, że stanowią one tylko dobrze wyodrębniony człon pełnej populacji lub cenozy. Szereg jednak cech integracyjnych, którym podlegają (Kisielewska, 1965 a, b) pozwala je w badaniach traktować osobno. Można by dla uniknięcia nieporozumień zrezygnować tu z terminu „populacja” dla takich „niepełnych” jednostek zbiorczych. Wydaje się jednak, że określenia dodatkowe, jak populacja (cenoza) idiohostalna, monostadialna itp., wystarczająco definiują zakres jednostki, o którą w danym przypadku chodzi.

Wśród jednostek zbiorczych określanych mianem zgrupowań wyróżniono:

1. Zgrupowania taksonomiczne (taxocenozy). W skład tej grupy wchodzi gatunki systematycznie pokrewne, zasiedlające te same lub znacznie na siebie zachodzące nisze ekologiczne. Zgrupowania te mają charakter konkurencyjny ze względu na łączące je ogniwo odżywcze (zbieżność nisz). Ten typ jednostek zbiorczych został nazwany zespołem (Tarwid, 1952, Łuczak 1953, 1963). Przykładem taxocenozy pasożytniczych mogą być tasiemce jelitowe u *Sorex araneus* L. (Kisielewska, 1961).

2. Zgrupowania terytorialne (topocenozy). W skład tej grupy wchodzi gatunki o różnym stopniu pokrewieństwa systematycznego, zasiedlające określony narząd bądź układ (czyli biotop). Biotop ten może się składać z kilku siedlisk, te z kolei mogą dysponować więcej niż jedną niszą. Przykładem topocenozy są helminty przewodu pokarmowego nornicy (Kisielewska a).

3. Zgrupowania pełne (zamknięte), (parazytocenozy). Ten typ zgrupowania odpowiada definicji Pawłowskiego (1934) na szczeblu idiohostalnym. Jest to grupa bardzo zróżnicowana taksonomicznie (w skład jej

mogą wchodzić helminty oraz pierwotniaki i stawonogi pasożytnicze). Jej poszczególne człony zasiedlają wszystkie biotopy w organizmie żywiciela. Przykładem parazytocozy może być ekto- i endoparazytofauna gryzoni Tadżykistanu (Sośnina, 1957).

III. ORGANIZACJA JEDNOSTEK ZBIORCZYCH PASOŻYTÓW

Pojęcie „organizacja populacji” obejmuje strukturę populacji oraz procesy wewnątrpopulacyjne (Petrusewicz, 1965). Wydaje się, że sformułowanie to można zastosować także do cenoz, uwzględniając jednak odmienność cech struktury cenotycznej i procesów wewnątrcenotycznych. W przypadku pasożytów należy jeszcze uwzględnić różnice w strukturze i procesach zachodzących na szczeblu jednostek idio- i synhostalnych.

A. STRUKTURA JEDNOSTEK ZBIORCZYCH

Każde realnie istniejące, naturalne zgrupowanie organizmów współżyjąc w danym środowisku wytwarza między swymi komponentami (osobnikami lub grupami różnego rodzaju) określone stosunki ilościowe, jakościowe i przestrzenne, które określają strukturę danego ugrupowania.

Analizując topocenozę helmintów przewodu pokarmowego nornicy rozpatrzono następujące elementy jej struktury (Kisiełowska a).

1. Struktura taksonomiczna

Cecha ta określa skład gatunkowy cenoz pasożytniczych w konkretnej jednostce terytorialnej (osobnik, populacja żywiciela) oraz przynależność tych gatunków do większych grup taksonomicznych. Dla każdego gatunku żywiciela istnieje pewne maksimum teoretyczne określające pełny zestaw gatunkowy jego pasożytów (pełna lista gatunków stwierdzonych kiedykolwiek i gdziekolwiek w danym gatunku żywiciela)¹. Skład tej listy zależny jest od fizjologicznej specyficzności układu „gatunek żywiciela — jego pasożyty”. Maksimum teoretyczne nie jest nigdy w pełni realizowane w konkretnych populacjach żywiciela, ogranicza je bowiem specyficzność ekologiczna. Ilustruje to tabela 1 dotycząca helmintów przewodu pokarmowego nornicy na terenie Polski (Kisiełowska a, c).

Tabela 1

	Liczba gatunków			
	helmin- tów	tasiem- ców	nicieni	przywr
Maksimum teoretyczne dla Polski	19	8	10	1
BPN	11	5	5	1
Leśno	6	3	3	—
Mikołajki	8	4	3	1
Ojców	5	2	3	—

¹ Teoretyczne maksimum dotyczy aktualnego stanu wiedzy w danej dziedzinie i wraz z nowymi odkryciami może się rozszerzać.

Modyfikacje struktury taksonomicznej w różnych biocenozach dotyczą nie tylko wskazanej wyżej zmienności ilościowej, lecz także zestawu gatunków.

W pojedynczych osobnikach nornicy struktura taksonomiczna jest bardzo zróżnicowana. Wszystkie jej warianty realizują się jednak w ramach składu gatunkowego helmintów danej populacji nornicy (Kisielewska e).

2. Struktura biologiczna

Cecha ta określa w zgrupowaniach helmintów uczestnictwo grup biologicznych reprezentujących ekologicznie odmienny typ cyklu życiowego.

Istnieje wiele systemów klasyfikujących pasożyty według przebiegu ich ontogenezy, opartych na rozmaitych kryteriach (typy larw, liczba żywicieli pośrednich, przynależność systematyczna żywicieli, wędrówki w ciele żywiciela ostatecznego itp.) (Michajłow, 1960). W tym przypadku istotne było przeprowadzenie klasyfikacji według kryteriów czysto ekologicznych. Uwzględniono więc: a) rolę biocenozy w krążeniu poszczególnych gatunków pasożytów, b) stopień oddziaływania środowiska zewnętrznego (pozażywicielskiego) na poszczególne stadia ontogenetyczne pasożytów, c) rolę, jaką odgrywają w środowisku zewnętrznym same pasożyty (ich poszczególne stadia) — jako jego okresowe komponenty.

Najbardziej zbliżone do tego typu klasyfikacji są grupy wyróżnione przez Skrjabina (cyt. za Michajłowem, 1960): biohelminty (cykl z udziałem co najmniej jednego żywiciela pośredniego) i geohelminty (cykl prosty). Podział ten jednak wydaje się zbyt ogólnikowy. Nie pretendując do klasyfikowania wszystkich pasożytów, ani nawet wszystkich helmintów (co wykraczałoby poza ramy niniejszego opracowania), ograniczę się do wymienienia grup wchodzących w skład struktury biologicznej helmintów nornicy (Kisielewska a).

1. Biohelminty — pasożyty, których cykl życiowy przebiega z udziałem żywiciela lub żywicieli pośrednich. Biohelminty stwierdzone u nornicy wymagają w swym rozwoju jednego żywiciela pośredniego (z wyjątkiem przywr, o których niżej). Występują u nich dwa stadia *intrahostalne* (jedno w żywicielu pośrednim i jedno w żywicielu ostatecznym) oraz jedno stadium *ekstrahostalne* (pozażywicielskie) — jajo. Jajo zachowuje się w środowisku zewnętrznym biernie pod względem lokomotorycznym (brak samodzielnego ruchu) oraz troficznym (nie pobiera pokarmu). Nic jednak nie wiadomo o ewentualnej wymianie gazów lub płynów. Larwa zamknięta w jaju podlega działaniu czynników fizykochemicznych środowiska (Kisielewska, 1957 c). Jajo bierne dostaje się do żywiciela pośredniego. Nie stanowi samo przez się jego pokarmu, lecz jest zjadane przypadkowo wraz z poszukiwanym przez żywiciela właściwym pokarmem (np. ekskrementy dla koprofagów, padlina dla nekrofagów, ziemia i szczątki roślin dla dżdżownic itp.). W środowisku wodnym, gdzie jaja ulegają rozproszoniu w toni wody, spotyka się adaptacje morfologiczne jaj tasiemców, polegające na upodobnieniu się do naturalnego pokarmu (Jarecka, 1958).

Spośród helmintów nornicy należą tu wszystkie gatunki tasiemców oraz jeden gatunek nicienia (Kisielewska a).

Sporadycznie spotykane u nornicy przywry należą do biohelmintów posiadających wolnożyjące postacie ekstrahostalne (miracidium, cercaria) oraz wymagających dwóch żywicieli pośrednich. Ponieważ jednak przywry te nie zostały zaliczone do gatunku, trudno analizować specyfikę ich cyklu życiowego w sposób szczegółowy.

2. *Geohelmintry* (sensu lato) — pasożyty, których cykl rozwojowy przebiega bez udziału żywiciela pośredniego. Występuje tu jedno stadium intrahostalne (w żywicielu ostatecznym).

a) *Geohelmintry* właściwe: stadium ekstrahostalne występuje pod postacią jaja, a następnie wolnożyjącej larwy, pobierającej pokarm, przechodzącej przeobrażenia (linienie), obdarzonej ruchem. Na tym etapie ontogenezy pasożyty są ściśle związane ze środowiskiem zewnętrznym zarówno biernie (podlegając wpływowi jego czynników fizyko-chemicznych i biotycznych), jak i czynnie (jako konsumenci I rzędu).

U nornicy są to przedstawiciele rodzaju *Heligmosomum* Railliet et Henry, 1909.

b) *Pseudogeohelmintry*: w środowisku zewnętrznym przebywają jaja tych pasożytów, mające charakter przetrwalnikowy. Zachowują się biernie. Wpływ środowiska zaznacza się najsilniej poprzez czynnik termiczny, który opóźnia lub przyspiesza rozwój i osiągnięcie inwazyjności larwy zamkniętej w jaju.

Należy tu nicień *Capillaria muris sylvatici* (Diesing, 1851) Travassos, 1915.

c) *Ageohelmintry*: stadium ekstrahostalne (jajo) ma delikatną otoczkę, a żywotność zamkniętej wewnątrz larwy jest krótkotrwała. W momencie składania jaj przez samice larwy są już morfologicznie uformowane i bardzo szybko osiągają inwazyjność. Pasożyty te przechodzą swoją ontogenezę niejako z pominięciem środowiska zewnętrznego. Jaja ich są składane w okolicy perianalnej żywiciela, a następnie mogą przetrwać czas jakiś w mikroklimacie powierzchni ciała żywiciela lub jego gniazd. Zarażenie odbywa się przez kontakty osobnicze lub autoinwazję.

Należy tu nicień *Syphacia obvelata* (Rudolphi, 1802), Seurat, 1916.

W strukturze biologicznej także można ustalić aktualnie znane teoretyczne maksimum oraz jego warianty w konkretnych populacjach żywiciela. Ilustruje to tabela 2 — na przykładzie helmintów nornicy rudej z terenu Polski.

Tabela 2

	Liczba gatunków				
	Helmintów w ogóle	Biohelmin- tów (sensu lato)	Geohelmin- tów właściwych	Pseudogeo- helmintów	Ageohel- mintów
Maksimum teore- tyczne dla Polski	19	11	5	2	1
BPN	11	7	2	1	1
Leśno	6	4	1	1	—
Mikołajki	8	5	2	—	1
Ojców	5	2	2	1	—

3. Struktura przestrzenna

Struktura przestrzenna określa sposób rozmieszczenia osobników w zajmowanej przez nie jednostce terytorialnej. Jak już mówiono, jednostką tą dla różnych grup pasożytów może być albo pojedynczy osobnik żywiciela (dla ugrupowań idiohostalnych), albo jego cała populacja (dla ugrupowań synhostalnych).

1. Struktura przestrzenna na szczeciblu idiohostalnym (struktura topiczna). Jest to rozmieszczenie elementów danego ugrupowania pasożytów w poszczególnych biotopach, siedliskach i niszach organizmu żywiciela.

U nornicy w BPN są trzy siedliska w przewodzie pokarmowym zamieszkiwane przez helminty. Teoretyczne maksimum struktury topicznej przedstawia się w tamtejszej populacji nornicy następująco: żołądek — 2 gatunki nicieni; jelito cienkie — 4 gatunki tasiemców i 2 gatunki nicieni; jelito ślepe — 1 gatunek nicienia i przywry. W rzeczywistości poszczególne nornice w populacji białowieskiej są nosicielami mniejszej liczby gatunków (maksymalnie 5 gatunków w jednym żywicielu, przeciętnie — 1—2 gatunki). Kompozycja zestawu i liczby gatunków pasożytów oraz zasiedlenie poszczególnych zootopów może być bardzo różne.

2. Struktura przestrzenna na szczeciblu synhostalnym. Przez strukturę przestrzenną zgrupowania helmintów w obrębie danej populacji żywiciela należy rozumieć: 1) stopień opanowania tej populacji przez poszczególne komponenty zgrupowania (ekstensywność gatunków); 2) zagęszczenie (liczba pasożytów przypadająca na jednostkę powierzchni, tj. jednego osobnika w populacji żywiciela); oraz 3) sposób rozmieszczenia pasożytów (wielkość skupień okazów danego gatunku w zarażonych osobnikach populacji żywiciela). Zanalizowano tak pojętą strukturę przestrzenną helmintów na tle populacji nornicy (Kisielewska d). Każde środowisko może być zasiedlane przez organizmy w sposób: a) równomierny, b) losowy, c) skupiskowy (Odum, 1963). Zależy to od charakteru tego środowiska (mozaikowate bądź jednorodne) oraz od stosunków wewnątrzecenotycznych w obrębie danego zgrupowania (tendencje do skupiania się osobników, antagonizmy itp.). Stosując rozkład zmiennej losowej Poissona (Octaba, 1966; Czechowski i in., 1957) dla każdego gatunku (populacji) pasożyta występującego u nornicy stwierdzono, że we wszystkich badanych biocenozach pewne gatunki pasożytów (dominanty i influenty) wykazują silną skupiskowość rozmieszczenia, gatunki zaś akcesoryczne mają rozkład losowy. Świadczy to, że pasożyty rzadkie, przypadkowe nie wchodzą w zorganizowane związki biocenotyczne i strukturalne z populacją żywiciela.

U pasożytów, których inwazje zachodzą w ciągu całego roku (geohelminty), skupiskowość rozkładu nie podlega zmienności sezonowej. Gatunki, które odznaczają się sezonowym wzrostem inwazji (biohelminty — w związku z pojawem bezkręgowców, żywicieli pośrednich i ageohelmin, którego pojaw wiąże się z okresem rozrodu nornicy), wykazują znaczne nasilenie skupiskowości w okresie najbardziej wzmożonego krążenia w biocenozie. Fakt ten przemawia za wybiórczością inwazji w stosunku do określonej grupy nornicy. W populacji nornicy wyróżniono, z punktu widzenia skupiskowego rozkładu pasożytów, następujące grupy osobników:

a) Grupa nornic nie zarażonych. Przeważają w niej osobniki młode, które jeszcze nie zdążyły ulec inwazji w czasie swego krótkiego życia w biocenozie. Przynależność ich do tej grupy ma charakter przejściowy (większość z nich prędzej lub później ulegnie inwazji);

b) Grupa nornic zarażonych w normie (tzn. z intensywnością nie przekraczającą teoretycznego maksimum przy rozkładzie losowym). Jest to grupa najliczniejsza w populacji nornic i stanowiąca — jak się zdaje — najbardziej wartościowy materiał dla zachowania gatunku tego gryzonia. Należące tu osobniki cechuje największa równowaga fizjologiczna i ekologiczna. Nie są one wolne od pasożytów — a więc należy sądzić, że żerują bez ograniczeń miejsca i rodzaju pokarmu. Nie są też zarażone w nadmiarze, co świadczy o fizjologicznej równowadze w układzie „żywiciel-pasożyt”. W grupie tej stosunek ilościowy samców i samic oraz grup wiekowych nornic utrzymuje się proporcjonalnie do danego stanu w całej populacji.

c) Grupa nornic zarażonych w nadmiarze (tzn. z intensywnością większą niż teoretyczne maksimum). Do grupy tej należą osobniki młode i dorosłe, a więc nadinwazja nie może mieć związku z okresem przebywania nornic w biocenozie. Wydaje się, że grupa ta skupia osobniki najbardziej „upośledzone” pod względem fizjologicznym bądź ekologicznym.

Można sądzić, że struktura przestrzenna helmintów nornicy, charakteryzująca się skupiskowością rozkładu, odzwierciedla pewne cechy struktury populacji żywiciela (jednak nie wiekowej ani płciowej), oparte na fizjologicznym i ekologicznym różnicowaniu osobników.

4. Struktura ilościowa

Cecha ta określa w danej jednostce zbiorczej ilościowy skład poszczególnych jej elementów (osobników, grup) przy pomocy wartości bezwzględnych, bądź wskaźników. Jest w pewnym sensie cechą nadrzędną wobec cech strukturalnych jakościowych (jak wiek, płeć, skład taksonomiczny). Wymienienie tych cech jest jedynie opisowym przedstawieniem zestawu komponentów danej jednostki zbiorczej. Dopiero ujęcie ich w stosunki ilościowe pozwala określić właściwą strukturę ugrupowania oraz jej dynamikę. Stosunki ilościowe w jednostce zbiorczej leżą u podstaw jej organizacji i są bodaj najistotniejszym wyrazem jej integracji.

Stosunki ilościowe jednostek zbiorczych wyrażają się następującymi wartościami: a) dla populacji — wielkość (bezwzględna liczba osobników); zagęszczenie (liczba osobników przypadająca na jednostkę powierzchni); procentowe uczestnictwo jakościowych elementów struktury (np. samce i samice, młode i dorosłe), b) dla zgrupowania — wielkość i zagęszczenie (jak wyżej); liczebność grup taksonomicznych, biologicznych i topicznych; procentowe uczestnictwo wyżej wymienionych elementów struktury jakościowej.

Parazytologia operuje dwiema wartościami określającymi liczebność pasożytów. Są to: intensywność, czyli bezwzględna liczba pasożytów w jednym osobniku żywiciela oraz ekstensywność, czyli procent zarażonych osobników w badanej próbie. Terminy te są powszechnie przyjęte i trafne, należałoby jedynie rozszerzyć ich zakres znaczeniowy i nadać im charakter wskaźników ekologicznych (nie tylko arytmetycznych).

1. Wielkość jednostek zbiorczych pasożytów. Wielkość odpowiada pojęciu intensywności. Wartość tę można uzyskać licząc pasożyty przy sekcji żywiciela. Jest to sposób dokładny, ale kładący kres dalszemu istnieniu danego układu „żywiciel-pasożyt”. Żadne metody wskaźnikowe dotyczące określania wielkości populacji (lub cenozy) pasożytniczej przyżyciowo nie zostały dotąd opracowane.

2. Zagęszczenie. Zagęszczenie populacji (bądź cenozy) — to liczba pasożytów przypadająca na jednostkę powierzchni. Powierzchnią dla ugrupowań idiohostalnych jest narząd, układ czy organ żywiciela. Zagęszczenie będzie się równało liczbie pasożytów zasiedlających tę powierzchnię. Być może jednak, zagęszczenie należałoby ujmować w oparciu o inne kryteria, np. biomasa pasożyta przypadająca na jednostkę wagi żywiciela lub na jednostkę sześcienną jelita.

Powierzchnią dla grup synhostalnych są łącznie wszystkie osobniki żywicieli w populacji. Zagęszczenie będzie się tu wyrażało wzorem:

$$Z = \frac{S}{N}, \text{ gdzie } S \text{ jest sumą egzemplarzy pasożytów ze wszystkich osob-}$$

ników zarażonych w danej próbie, N zaś — liczbą osobników zbadanych (zarażonych i nie zarażonych). Wskaźnika zagęszczenia nie należy mylić ze średnią intensywnością, która jest ilorazem sumy egzemplarzy pasożytów i liczby nornic tylko zarażonych. Określa ona przeciętną wielkość skupień pasożytów w poszczególnych osobnikach zarażonych.

3. Procentowe uczestnictwo elementów jakościowych. Wskaźnik ten określa procent występowania poszczególnych elementów składowych danego ugrupowania, przy czym suma tych procentów daje liczbę 100 (czyli całość ugrupowania). Wskaźnikiem procentowym dla jednostek wyłącznie synhostalnych jest ekstensywność, czyli: *arytmetycznie* — procent osobników zarażonych danym gatunkiem (lub grupą gatunków) pasożyta; *statystycznie* — prawdopodobieństwo spotkania osobnika zarażonego na określoną liczbę zbadanych; *ekologicznie* — stopień opanowania przez pasożyty środowiska, jakim jest populacja żywiciela (stopień pokrycia terytorium). Suma ekstensywności inwazji dla poszczególnych gatunków pasożytów w danym zgrupowaniu nie równa się 100, ten sam bowiem osobnik żywiciela może być liczony parokrotnie, jeśli ma więcej niż jeden gatunek pasożyta.

W topocenozie helmintów nornicy wyodrębniono trzy ilościowe kategorie komponentów: dominanty, influenty i gatunki akcesoryczne. O przynależności danego gatunku pasożyta do jednej z wymienionych grup decyduje poziom jego ekstensywności (gatunek rzadki — częsty) (Dobrowolski, 1963) oraz intensywność (gatunek liczny — nieliczny) (Dobrowolski, 1963). W zgrupowaniu helmintów nornicy w BPN stwierdzono 5 gatunków bardzo rzadkich (ekst. 0,5—1,3‰) i nielicznych (zagęszcz. 0,008—0,02; śr. int. 1,3—1,5). Zaliczono je do gatunków akcesorycznych. Ponadto stwierdzono: 1 gatunek częsty i średnio liczny (ekst. 56,6‰; zagęszcz. 2,4; śr. int. 3,7), 1 gatunek dość rzadki i bardzo liczny (ekst. 2,5‰; zagęszcz. 4,1; śr. int. 81,7) oraz 3 gatunki średnio częste i średnio liczne (ekst. 13,3—30,9‰; zagęszcz. 0,5—3,5; śr. int. 2,7—12,9) (Kisielewska a). Brak ścisłej korelacji między frekwencją i liczebnością tych gatunków utrudniło ocenę ich lokaty w układzie dominacji. Posłużono się więc wskaźnikiem zarażenia, zastosowanym przez Janiona (in press.) przy ocenie stopnia zapchlenia gryzoni. Wskaźnik ten jest iloczynem ekstensywności i intensywności. Na jego podstawie w zgrupowaniu helmintów nornicy wyróżniono: 1 do-

minanta, który jest stałym komponentem zgrupowania i spośród pozostałych wyróżnia się najwyższym wskaźnikiem zarażenia (1,3), 3 influenty mające średni wskaźnik zarażenia (0,2—0,9) i występujące w zgrupowaniu w sposób ciągły, 1 influenta sezonowego (wskaźnik 0,1), którego pojaw w zgrupowaniu występuje tylko w sezonie rozrodczym nornicy, i pięć gatunków akcesorycznych o bardzo niskim wskaźniku zarażenia (0,00009—0,0008), pojawiających się sporadycznie i nieregularnie.

Na podstawie 10 zbadanych biocenoz z terenu Polski (Kisielewska a, c) oraz na podstawie danych innych autorów (Rupeš, 1964, Sharpe, 1964, Erhardova, 1958, Mozgovoi i in. 1966, Tenora, 1967 a, b) stwierdzono, że generalny model struktury ilościowej zgrupowania helmintów przewodu pokarmowego nornicy jest ten sam. Charakteryzuje go: a) dominacja jednego gatunku nicienia z rodzaju *Heligmosomum*, b) subdominacja jednego gatunku tasiemca (najczęściej *Catenotaenia pusilla*), oraz c) występowanie gatunków akcesorycznych, do których należą pozostałe gatunki rodzaju *Heligmosomum*, pozostałe gatunki tasiemców oraz przywry. Influenty wykazują najmniej prawidłowości, zwłaszcza pod względem przynależności taksonomicznej.

5. Dynamika cykliczna zgrupowań helmintów

Wyżej scharakteryzowano elementy struktury zgrupowań helmintów w sposób wyłącznie statyczny. Przedstawione dane dotyczyły całkowitej próby pobranej z danego terenu (z kilku lat, bądź z kilku sezonów łącznie). Można je określić jako syntezę zgrupowania w danej biocenozie. Nie mniej istotne jest prześledzenie dynamiki zgrupowania, ponieważ może ona wskazać na kształtujące go mechanizmy.

Kryterium strukturalnym każdego dojrzałego zgrupowania jest równowaga dominantów influentów i gatunków akcesorycznych. Nie jest to jednak równowaga statyczna. Podlega ona zmienności, ale uporządkowanej, cyklicznej (sezonowej), skorelowanej ze zmianami fenologicznymi w biocenozie oraz z dynamiką populacji żywiciela. Zmienność chaotyczna świadczyłaby o tym, że dane ugrupowanie nie jest jednostką zintegrowaną.

Na podstawie materiałów zbieranych w BPN (Kisielewska a) prześledzono zmienność w strukturze cenzos pasożytniczych u nornicy. Wyodrębniono w cyklu rocznym 5 okresów, w których zgrupowania helmintów nornicy różnią się pod względem struktury:

1. Okres równowagi zimowej (XI—I). W okresie tym w skład zgrupowania wchodzi — 1 dominant i 3 influenty, brak jest influenty sezonowej i gatunków akcesorycznych, dominant wyraźnie góruje nad influentami. Jest to jednocześnie okres stabilizacji w populacji nornicy. Nie podlega ona żadnym zmianom ani procesom, z wyjątkiem śmiertelności losowej, zresztą o ok. 3 razy mniejszej niż latem (Gliwicz, Andrzejewski, Bujalska, Petrusiewicz, 1968).

2. Okres reorganizacji wiosennej (I etap: II—III). Układ dominantów i influentów zachowuje jeszcze ostre zróżnicowanie z okresu zimy. Pojawia się sezonowy influent w konsekwencji wzmożonych kontaktów osobniczych wśród nornicy (okres dojrzewania płciowego, ruja). Zaczynają się też pojawiać gatunki akcesoryczne, głównie biohelminti. Na przedwiośniu nornice przechodzą na dietę niskokaloryczną (Górecki i Gębczyńska, 1962), w wyniku czego suma ich aktywności dobowej wzrasta gwałtownie (Grodziński, 1963). Aktywność ta jest jeszcze wzmożona

dojrzewaniem płciowym osobników (Kubik, 1965). Pociąga to za sobą większą penetrację terenu przez nornice, przy jednoczesnym pojawianiu się bezkręgowców, które padają ich łupem.

3. Okres reorganizacji wiosennej (II etap: IV—VI). W okresie tym przybywa gatunków akcesorycznych, wzrasta liczebność influenta sezonowego. Jednocześnie zaciera się układ dominacji między dominantem i influentami. Następuje masowy pojaw młodych nornic, które dopiero są w trakcie nabywania pasożytów w wyniku kontaktów z biocenozą. Nowa generacja nornic zakłóca strukturę ilościową własnej populacji, a pośrednio rozprzega też strukturę zgrupowania pasożytów.

4. Okres równowagi letniej (VII—IX). W skład zgrupowania wchodzi wszystkie gatunki pasożytów występujące w BPN (maksimum teoretyczne dla BPN), to jest 1 dominant, 4 influenty i 5 gatunków akcesorycznych. Między tymi grupami ilościowymi zaznacza się wyraźne zróżnicowanie. Przybywanie w tym okresie młodych nornic nie ma już charakteru masowego i nie może zakłócić stosunków ilościowych w zgrupowaniu pasożytów.

5. Okres przełomu jesiennego (X). Znikają gatunki akcesoryczne i sezonowy influent. W zgrupowaniu pozostają 4 gatunki najliczniejsze, z których jeden wyraźnie dominuje. Przełom jesienny w zgrupowaniu helmintów wiąże się z przełomem w populacji nornicy (Kubik, 1965): wymierają stare osobniki zeszłoroczne oraz część tegorocznych, które zdążyły wydać potomstwo. Na zimę pozostają młode nornice urodzone głównie latem i wczesną jesienią. Gwałtowną redukcję składu ilościowego i jakościowego helmintów należy przypisywać wyginięciu nornic najstarszych — a więc najbogatszych w pasożyty.

Powyższe dane oparte na materiale z nornic białowieskich, znajdują potwierdzenie w innych biocenozach, gdzie materiał zbierany był jednoznaczowo: wiosną (Mikołajki), latem (Leśno), jesienią (Ojców) (Kisielewska, c). Ilustruje to tabela 3.

Tabela 3

		dominanty	influenty	gatunki akcesoryczne
wiosna	BPN	3	2	5
	Mikołajki	2	1	5
lato	BPN	1	4	5
	Leśno	1	4	1
jesień	BPN	1	3	—
	Ojców	1	3	—

B. MECHANIZMY KSZTAŁTUJĄCE ORGANIZACJĘ ZGRUPOWAŃ HELMINTÓW

W każdej ekologicznej jednostce zbiorczej zachodzą procesy i zależności bezpośrednie (międzyosobnicze) i pośrednie (środowiskowe) — łącznie określane jako mechanizmy — które determinują strukturę i funkcję danego zgrupowania.

Niektóre mechanizmy kształtujące strukturę ilościową populacji idiohostalnych omówiono w osobnej publikacji (Kisielewska, 1965, b). Obecnie omówione zostaną mechanizmy działające w obrębie cenoz pasożytniczych, na przykładzie nornicy i jej helmintów.

Fizjologiczna specyficzność wypracowana filogenetycznie w procesie „kształtowania się” określonych układów żywicielsko-pasożytniczych determinuje dla danego gatunku żywiciela jego maksimum teoretyczne dotyczące taksonomicznego składu parazytofauny. Podobnie lokalizacja pasożyta w danym narządzie żywiciela zależy od zsynchronizowania fizjologicznych wymagań gatunku pasożyta z kompleksem warunków, jakie dane *locum* jest w stanie stworzyć. Są to kryteria autekologiczne.

W konkretnych populacjach żywicieli występuje tylko część potencjalnych (fizjologicznie) gatunków pasożytów. A więc każda biocenoza poprzez właściwą sobie kompozycję czynników biotycznych i abiotycznych determinuje strukturę taksonomiczną i biologiczną parazytocozy. Od tych właśnie czynników środowiskowych zależy, czy dany gatunek pasożyta reprezentujący określony typ cyklu życiowego może w ogóle istnieć w danej biocenozie.

Jeśli już jakiś gatunek istnieje w biocenozie, do zdeterminowania jego liczebności włączają się mechanizmy środowiskowe i wewnątrzcenotyczne. I tak na przykład pojedyncze osobniki nornicy, zwłaszcza te zarażone w normie, nie mają nigdy wysyconych wszystkich siedlisk i nisz w obrębie biotopu (przewodu pokarmowego). Przeprowadzono analizę tendencji do współwystępowania gatunków pasożytów w jednym osobniku żywiciela (Kisielevska e) na podstawie graficznej (tabele korelacyjne) i matematycznej (wskaźnik współwystępowania) (Tarwid, 1960). Wyodrębniono gatunki, które: a) spotykają się z sobą w stopniu silniejszym, niż by to wynikało z losowego rozkładu (gatunki protekcyjne), b) zachowują się względem siebie obojętnie (spotykalność losowa), oraz c) unikają się (antagonistyczne). Przykładem mogą być dwa gatunki pasożytów: *Heligmosomum halli* (nicień) i *Catenotaenia pusilla* (tasiemiec), zasiedlające ten sam zootop — jelito cienkie. We wszystkich badanych biocenozach oba gatunki wykazały tendencję protekcyjną. Jednocześnie z tablic korelacyjnych wynika, że między liczebnością (intensywnością) tych gatunków istnieje zależność odwrotna (im więcej nicieni — tym mniej tasiemców i na odwrót). A zatem wskaźnik współwystępowania mówi o zbieżności obu gatunków, korelacja liczebności zaś — o ich antagonizmie, a przynajmniej o wzajemnym ograniczaniu. Ta sprzeczność wyników jest jedynie pozorna, stanowi bowiem wypadkową dwóch mechanizmów decydujących o stosunkach ilościowych obu gatunków. Jeden mechanizm działa w obrębie jednego osobnika żywiciela (w ugrupowaniu idiohostalnym) i wywołany jest czynnikiem konkurencji: obydwie gatunki zajmują to samo siedlisko, a choć ich nisze nie są identyczne — (*H. halli* odżywia się erytrocytami, *C. pusilla* — treścią jelita) — pozostaje konkurencja przynajmniej o miejsce. Drugi mechanizm działa w obrębie całej biocenozy. Wspólnym źródłem inwazji obu gatunków pasożytów jest ściółka oraz przyziemna szata roślinna, w której bytują wolnożyjące larwy nicienia, a także roztocza — żywiele pośredni tasiemca *C. pusilla*. Stąd ekologiczne szanse zarażania się nornic obu gatunkami na raz (w jednym żerowisku) są większe niż losowe. Ścierają się tu dwa przeciwstawne mechanizmy: wewnątrzcenotyczny antagonizm i biocenotyczna zbieżność, przy czym ten ostatni okazał się w ostatecznym efekcie silniejszy.

Skupiskowość rozkładu pasożytów w populacji nornicy można tłumaczyć przyczynami natury fizjologicznej bądź ekologicznej. Przyczyny fizjologiczne, to np. różny stopień indywidualnej odporności żywiciela na inwazję danego gatunku pasożyta. W takim przypadku — przy jednakowych szansach zarażenia się — pewna grupa osobników nie podlega in-

wazji dzięki wrodzonej bądź nabytej odporności, druga zaś grupa, nieodporna, zaraża się w stopniu silniejszym niż losowy. Przyczyny ekologiczne — to niejednakowa szansa kontaktu ze źródłem inwazji dla różnych grup osobników w populacji żywiciela. Może to wynikać z jakichś odmienności trybu życia, z innych miejsc żerowania, z niejednoczesnych okresów aktywności dobowej, z przebywania w innych uchyłkach niszy ekologicznej, z różnego zasięgu penetracji terenu itp. I tu, jak się zdaje, decydują ostatecznie zależności ekologiczne, choć trudno wykluczyć rolę indywidualnej odporności osobników (o której dla nornie brak danych).

Tak więc mechanizmów determinujących skupiskowy rozkład pasożytów w populacji żywiciela należy szukać w strukturze tej populacji, a pośrednio we współzależnościach środowiskowych.

Mechanizmem kształtującym strukturę ilościową zgrupowań jest samoregulacja wewnątrzcentotyczna oraz regulacja biocentotyczna.

O dominacji gatunku w danym zgrupowaniu decydują: a) jego możliwości ekologiczne w danej biocenozie, „wydajność” dróg krążenia, które określają szanse kontaktu z żywicielem, b) jego prężność fizjologiczna, która pozwoliła mu wyeliminować bądź ograniczyć gatunki konkurencyjne w okresie kumulacji (kształtowania się danego zgrupowania).

Gatunki spokrewnione, mające tę samą lub bardzo zbliżoną płaszczyznę integracji (te same lub zachodzące na siebie nisze) nie tolerują się wzajemnie, mimo że ten sam typ ich krążenia w biocenozie stwarza teoretycznie jednakowe szanse opanowywania żywiciela. Na przykład wśród nicieni z rodzaju *Heligmosomum*, zawsze tylko jeden gatunek wybija się na dominanta w danym zgrupowaniu. Pozostali przedstawiciele tego rodzaju zepchnięci są do roli gatunków akcesorycznych (Kisielewska a, c). Struktura liczebności kształtuje się tu na zasadzie konkurencji o rekwizyt (przestrzeń, pokarm itp.).

Gatunki nie spokrewnione, ale zajmujące ten sam zootop (lecz nie te same nisze) mogą mieć w danym zgrupowaniu synhostalny pozycję dominantów bądź influentów, w poszczególnych jednak osobnikach żywicieli ograniczają wzajemnie swoją liczebność (np. omówiony już nicień *H. halli* i tasiemiec *C. pusilla*).

Gatunki nie mające konkurenta w swoim zootopie utrzymują się na takiej pozycji liczebnościowej w zgrupowaniu, na jaką pozwalają warunki środowiskowe danej biocenozy (np. w jelicie ślepym — nicienie *Syphacia obvelata* — influent sezonowy o rozkładzie wybitnie skupiskowym, bardzo ściśle uzależniony od dynamiki populacji żywiciela).

Wśród gatunków akcesorycznych można wyróżnić takie, które znalazły się w tej grupie na skutek silnej konkurencji ze strony pokrewnych gatunków (akcesoryczność konkurencyjna), oraz takie, których drogi krążenia w biocenozie nie są zbieżne z typowymi miejscami żerowisk i rodzajem pokarmu danego gatunku żywiciela (akcesoryczność przypadkowa). W pierwszym przypadku mechanizmem regulującym liczebność jest konkurencja wewnątrzcentotyczna między komponentami, w drugim — regulacja poprzez biocenozę.

IV. WNIOSKI MERYTORYCZNE I METODYCZNE

Wyróżnienie jednostek zbiorczych idiohostalnych i synhostalnych, wydaje się uzasadnione tak ze względów merytorycznych, jak i metodycznych.

Struktura ilościowa i jakościowa zgrupowań pasożytniczych na szczeblu populacji żywiciela nie jest zwielokrotnionym odbiciem tejże struktury w ugrupowaniach idiohostalnych. Jeśli na przykład w populacji żywiciela dominantem jest gatunek X, to w poszczególnych osobnikach tej populacji może on być też dominantem, ale może być także w mniejszości wobec innego lub innych współwystępujących gatunków, może wreszcie w ogóle nie występować.

Dla obu typów jednostek potrzebne są inne kryteria określające liczebność: dla idiohostalnych — intensywność, dla synhostalnych — intensywność i ekstensywność.

Każde z dwóch typów ugrupowań ma inny zasięg terytorialny, co zawarte jest już w przedrostkach nazw idio- (osobnik) i syn- (grupa).

W każdym z obu typów zgrupowań działają, jak się zdaje, odmienne mechanizmy integracyjne. W pojedynczym żywicielu dominuje fizjologia układu „żywiciel-pasożyt” oraz antagonizmy i powinowactwa poszczególnych gatunków pasożytów (wykluczanie się wzajemne, ograniczanie liczebności, tempa wzrostu, rozwoju — czyli współzależności bezpośrednio wynikające z kontaktów osobniczych).

Ugrupowania synhostalne są ograniczone w możliwości realizowania kontaktów osobniczych na całej swojej jednostce terytorialnej. Toteż regulacja odbywa się tu głównie poprzez strukturę populacji żywicieli ostatecznych i pośrednich, poprzez wydajność parazytologiczną konkretnych dróg krążenia — czyli przez współzależności pośrednie (środowiskowe).

Łańcuch zależności, który organizuje jednostkę ekologiczną pasożytów, jest bardzo skomplikowany. Organizmy wolnożyjące są uwarunkowane jednym, choć bardzo złożonym środowiskiem. Nie pozostają one względem tego środowiska bierne. Są przez nie przekształcane i organizowane, ale i same je przekształcają i organizują. Pasożyty z konieczności muszą pozostawać w wielu przypadkach bierne. Są aktywne w konkretnych swoich środowiskach (organizmach żywicielskich), ale przenoszą się z jednego środowiska w drugie, najczęściej w sposób niezależny od siebie, lecz od łańcuchów pokarmowych istniejących w danej biocenozie. Zależne są od procesów populacyjnych i biocenotycznych integrujących ich żywe, organiczne środowiska — żywicieli.

Badania każdego z dwóch typów zgrupowań wymagają odmiennego warsztatu metodycznego. Poza tradycyjną metodą pozyskiwania pasożytów (sekcje), metodyka badań synekologicznych sprowadza się do: a) wyboru jednostek pasożytniczych pochodzących z zarażenia eksperymentalnego lub naturalnego, b) w przypadku badań terenowych — metody odłowu żywicieli.

W badaniach eksperymentalnych można dowolnie dobierać komponenty zgrupowania, regulować ich liczebność, skład itp., aby z sytuacji przejawiających (np. nadmierne zagęszczenie) uzyskać informacje, o które chodzi. W ten sposób postępowali już Guttowa, Kisielewska, Michajłow i inni wyżej cytowani autorzy.

Ugrupowania synhostalne wymagają przede wszystkim badań terenowych, ponieważ ich cechy strukturalne i przestrzenne są ściśle związane z naturalną populacją żywiciela. Można by się co prawda pokusić o stworzenie sztucznej populacji żywicieli w hodowli, wydaje się jednak, że taka „podwójna” sztuczność uczyniłaby z wyników ekologiczne artefakty.

Aby pobrana z terenu próba żywicieli była reprezentatywna dla całej populacji żywiciela, musi spełniać określone warunki: a) być dostatecznie duża (nadająca się do operacji statystycznych), b) zawierać w sobie wszystkie, a przynajmniej zasadnicze elementy strukturalne populacji żywiciela, w stosunku liczbowym odpowiadającym rzeczywistości (tu konieczna jest znajomość różnych metod połowu żywicieli), c) pochodzić z połowu dokonanego w odpowiednio dobranym przedziale czasu (jeśli nie można prowadzić zbiorów przez cały rok). Na okres ten nie może przypadać ani moment reorganizacji populacji żywiciela, np. rozród, ani przełom dwóch sezonów fenologicznych. Zbiór musi być dokonany w określonej porze roku oraz w okresie względnej równowagi populacji żywiciela, d) pochodzić ze względnie jednorodnego środowiska (biotopu).

Dla spełnienia tych warunków konieczne jest rozpoznanie fitosocjologiczne terenu, znajomość biologii i dynamiki populacji żywiciela i znajomość ekologicznej reprezentatywności zastosowanej metody odłowu żywicieli.

Tylko reprezentatywność pobranej próby może ujawnić rzeczywiste stosunki ilościowe, strukturalne i przestrzenne pasożytów na tle populacji żywiciela. Należy także pamiętać, że będą to stosunki charakterystyczne dla danej populacji żywiciela, w danym biotopie, w danej porze roku, na danym etapie dynamiki cyklicznej populacji żywiciela. Materiał zebrany w różnych porach roku wykazać może zmienność sezonową zgrupowań pasożytów (zmienność w przekroju czasowym), zebrany w różnych biotopach — zmienność zależną od typu środowiska zewnętrznego (zmienność w przekroju przestrzennym) itp.

Niereprezentatywność próby sprowadzi wyniki badań tylko do uchwycenia fragmentu parazytofauny danego gatunku żywiciela, jak to ma miejsce obecnie w toku wielu badań parazytologicznych.

LITERATURA

- [1] Allee W. C., Emerson A. E., Park O., Schmidt K. P. — *Principles of animal ecology*, Philadelphia — London, 1949.
- [2] Baer J. G. — *Le parasitisme*, 1946.
- [3] Baer J. G. — *Ecology of Animal Parasites*, 1952.
- [4] Baer J. G. — *Facteurs ecologiques et specificite parasitaire*, Intern. Ornithol. Congress, II (1954), Proc. pp. 293—295, 1955.
- [5] Bekleмишев W. N. — *Osnovnyje poniatia biocenologii*, Trudy po Zashchite Rast., I, 2, 1931.
- [6] Bekleмишев W. N. — *O klasyfikacji biocenologicznych (simfizjologicznych) swiaziej*, Biul. M. O. I. P., 56, 5, 1951.
- [7] Chandler A. — *The effects of number and age of worms on development of primary and secondary infections with Hymenolepis diminuta in rats and an investigation into the true nature of "premuniton" in tapeworm infections*, Am. J. Hyg., 29, 1939.
- [8] Czebotariev R. S. — *Fauna and ecology of the parasites in Rodents*, Mińsk, 1963.
- [9] Czechowski T., Fisz M., Iwiński T., Lange O., Sadowski W., Zasepa R. — *Tablice statystyczne*, PWN, Warszawa, 1957.
- [10] Dobrowolski K. A. — *Próba analizy pojęcia „rzadki gatunek”*, Ekologia Polska, ser. B., IX, 3, 1963.

- [11] Dogiel W. A. — *Kurs ogólnej parasitologii*, 1947.
- [12] Dubinin W. B. — *Parazitofauna myszowidnych gryzunow i jeje izmienie-
nia w deltie Wołgi*, Parazitol. Sbornik, XV, pp. 252—301 1953.
- [13] Dymitrova E., Genov T., Karapczanski I. — *The helminth fauna
of Rodents in the Petrich and Gotse Delchev areas*, Bułg. Ak. Nauk, Sofia,
Otdielenie za Biol. N., 1962.
- [14] Elton Ch. — *Animal ecology*, New York, Macmillan: London, 1927.
- [15] Erhardova B. — *Some faunistic-oecological interesting things of the hel-
minth fauna of rodents in Czechoslovakia*, Helminthologia, SAV, Bratislava,
pp. 171—175, 1957.
- [16] Erhardova B. — *Parasitische Würmer der Nagetiere in der Czechoslo-
vakia*, Českosl. Parasit., 5, pp. 27—103, 1958.
- [17] Gliwicz J., Andrzejewski R., Bujalska G., Petrusiewicz
K. — *Productivity investigation of island population of Clethrionomys glareolus
(Schreb.)*. I. *Dynamic of cohort*, Acta Theriol., XIII, 23, 1968.
- [18] Górecki A., Gębczyńska Z. — *Food conditions for small Rodents
in a Deciduous Forest*, Acta Theriol., VI, 10, 1962.
- [19] Grodziński W. — *Sezonowe zmiany w rytmie dobowej aktywności drob-
nych gryzoni*, Ekol. Pol. Ser. B, IX, 1, pp. 3—17, 1963.
- [20] Gribova Z. A. — *Materiały po gelmintofaunie ryżej poliewki na siewierie
lesnoj zony*, Trudy Wsies. Inst. Ochotn. Prom., 13, pp. 178—181, 1953.
- [21] Guttowa A. — *Experimental investigations on the systems "Proceroids
of Diphyllbothrium latum L. — Copepoda"*, Acta Par. Pol. IX, 25, pp. 371—
408, 1961.
- [22] Holmes J. C. — *Effects of consurrent infections on Hymenolepis diminuta
(Cestoda) and Moniliformis dubius (Acanthocephala) I. General effects and
comparision with crowding.*, J. of Par., 47, 2, 1961.
- [23] Holmes J. C. — *Effects of concurrent infections on Hymenolepis diminuta
(Cestoda) and Moniliformis dubius (Acanthocephala) II. Effects on growth*,
J. of Par. 48, 1, 1962.
- [24] Janion S. M. — *Niektóre zależności między żywicielem i pasożytem na
przykładzie gryzoni z rodziny myszowatych (Muridae) i pcheł (Aphaniptera)*,
in press.
- [25] Jarecka L. — *Plancton Crustacea in the life cycle of Tapeworms occuring
of Družno-Lake*, Acta Par. Pol., VI, 2, 1958.
- [26] Keeling J. E. D. — *Experimental Trichuriasis. I. Antagonism between
Trichuris muris and Aspicularis tetraoptera in the albino mice*, J. of. Par. 47,
4, 1961.
- [27] Kirszenblatt I. D. — *Zakonomiernosti dinamiki parasitofauny mysze-
widnych gryzunow*, Izd. Len. Gos. Univ., 1938.
- [28] Kisiełewska K. — *O stosunkach wewnątrzpopulacyjnych u larw Dre-
panidotaenia lanceolata (Bloch) w niektórych żywicielach pośrednich*, Acta
Par. Pol., IV, 4, 1957, a.
- [29] Kisiełewska K. — *O zjawiskach obumierania larw Drepanidotaenia
lanceolata (Bloch) w niektórych żywicielach pośrednich*, Acta Par. Pol., V,
11, 1957, b.
- [30] Kisiełewska K. — *Wpływ niektórych czynników na przeżywanie i in-
wazyjność jaj tasiemca Drepanidotaenia lanceolata (Bloch) oraz na dalszy
rozwój powstałych z nich larw*, Acta Par. Pol., V, 26, 1957, c.
- [31] Kisiełewska K. — *Types of Copepoda and Drepanidotaenia lanceolata
(Bloch) host-parasite systems established experimentally*, Acta Par. Pol.,
VII, 17, 1959.

- [32] Kisielewska K. — Circulation of tapeworm of *Sorex araneus araneus* L. in biocenosis of Białowieża National Park, *Acta Par. Pol.*, IX, 24, 1961.
- [33] Kisielewska K. — Food composition and reproduction of *Sorex araneus* L. in the light of parasitological research, *Acta Theriol.*, VII, 9, 1963.
- [34] Kisielewska K. — Changes in the structure of cestodofauna of *Sorex araneus araneus* L. from the Białowieża National Park due to climatic conditions in 1960, *Acta Par. Pol.* XII, 5, 1964.
- [35] Kisielewska K. — O tematyce ekologicznej w parazytologii, *Kosmos A*, XIV, 1, 1965, a.
- [36] Kisielewska K. — O regulacji liczebności w populacjach pasożytów, *Kosmos A*, XIV, 5, 1965, b.
- [37] Kisielewska K. — Struktura i dynamika sezonowa zgrupowania helmintów przewodu pokarmowego w populacji *Clethrionomys glareolus* (Schreb) (Rodentia) w Białowieskim Parku Narodowym, in press. a.
- [38] Kisielewska K. — Próba introdukcji helmintów przewodu pokarmowego *Clethrionomys glareolus* (Schreb) (Rodentia) z Białowieskiego Parku Narodowego na wyspę jeziora Bełdany (Pojezierze Mazurskie) in press. b.
- [39] Kisielewska K. — Struktura zgrupowań helmintów przewodu pokarmowego *Clethrionomys glareolus* (Schreb) (Rodentia) w różnych biocenozach leśnych na terenie Polski, in press. c.
- [40] Kisielewska K. — Struktura przestrzenna zgrupowania helmintów przewodu pokarmowego *Clethrionomys glareolus* (Schreb) na tle populacji tego gryzonia, in press. d.
- [41] Kisielewska K. — Niektóre zagadnienia dotyczące zgrupowań helmintów w pojedynczym osobniku żywiciela — *Clethrionomys glareolus* (Schreb) (Rodentia), in press. e.
- [42] Kontrimaviczus W. Ł., Chochłowa I. G. — O wliani obitania myszevidnych gryzunov na sostav i dinamiku ich gelmintofauny, *Helminologia*, 1—4, pp. 197—214, 1964.
- [43] Korpaczewska W. — Formation of a population structure and Cestode complex in water birds., *Acta Par. Pol.*, XI, 23, pp. 337—344, 1963.
- [44] Kozicka J. — Attempt of fishery-parasitologic estimation of the lakes of Węgorzewo establishment, *Acta Par. Pol.*, XI, 8, pp. 113—132, 1963.
- [45] Krupp J. M. — Effects of crowding and of superinfection habitat selection and egg production in *Ancylostoma caninum*, *J. of Par.* 47, 5, 1961.
- [46] Kubik J. — Biomorphological variability of the population of *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780), *Acta Theriol.*, X, 10—17, 1965.
- [47] Levin N. A., Golovin O. V. — Helminth fauna of small mammals living in different types of felled wood in the Archangelsk region, *Tezici Dokl. Naucznoj Konfer. Wsiesojuzn. Obszcz. Gelm. Moskwa*, December, pp. 70—71, 1960.
- [48] Lityński A. — Biocenoza i biosocjacja (przyczynek do ekologii zespołów fauny wodnej), *Archiw. Hydr. i Ryb.*, XI, 1938.
- [49] Łuczak J. — Zespoły pajaków leśnych, *Ekol. Pol.* 1, pp. 57—94, 1953.
- [50] Łuczak J. — Differences in the structure of communities of web spiders in one type of environment (Young pine forest), *Ekol. Pol. Ser. A*, XI, 6, 1963.
- [51] Michajłow W. — O stosunkach wewnątrzgatunkowych w populacjach procercoidów *Triaenophorus lucii* (Müll.), *Acta Par. Pol.* I, 1, 1953.
- [52] Michajłow W. — O niekotorych voprosach wzaimootnoszenii mieźdu pierwymi promieźutocznymi choziajewami i liczyinkami cestod, *Zool. Żurn.*, XXXIV, 5, 1955.

- [53] Michajłow W. — W sprawie metodyki badania rozwoju *Pseudophyllidea* w pierwszych żywicielach pośrednich, *Wiad. Par.*, suppl. 5, 1956.
- [54] Michajłow W. — Stosunki międzygatunkowe w parazytocenozach niektórych widłonogów (*Copepoda*), *Acta Par. Pol.*, VI, 14, 1958.
- [55] Michajłow W. — Mieźwidowuje wzaimootnoszenia liczinok dwóch widow cestod w promieźutocznym chaziajnie, *Zool. Żurn.*, XXXVIII, 6, 1959.
- [56] Michajłow W. — Pasożytnictwo a ewolucja, PWN, Warszawa, 1960.
- [57] Mozgovoi A. A., Siemienova M. K., Miszczenko R. I., Cybałowa S. W. — K gelmintofaunie gryzunov i zaicev Karelii, *Gelm. Żiv. Siew. Rajonov SSSR, Trudy Gelm. Lab.*, XVII, pp. 95—103, 1966.
- [58] Naumov N. P. — Mieźwidowuje i wnutriwidowuje odnoszenia u životnych, *Usp. Sovr. Bioł.* 41, pp. 74—89, 1956.
- [59] Naumov N. P. — *Ekologia životnych*, Moskwa, pp. 618, 1963.
- [60] Octaba W. — *Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa*, PWN, Warszawa, 1966.
- [61] Odum E. P. — *Fundamentals of ecology*, Philadelphia — London, 1959 (wyd. Polskie, 1963).
- [62] Pawłowski E. N. — *Organizm kak średa opitania*, *Priroda*, 1, pp. 80—91, 1934.
- [63] Pawłowski E. N. — *Uczenie o biocenozach priloženii k niekotorym parasitologičeskim problemam*, *Izw. Ak. N. SSSR, ser. Bioł.*, 4, pp. 1385—1422, 1937.
- [64] Pawłowski E. N. — *Conditions and factors affecting the formation of the host organism of a parasite in the process of evolution*, *Zool. Żurn.* XXV, 4, pp. 289—304, 1946.
- [65] Pawłowski E. N. — *Biocenologia i parasitologia*, *Zool. Żurn.*, XXVII, 2, pp. 97—112, 1948.
- [66] Pawłowski E. N., Gniezdilov W. G. — *Wyżywajemost lentiecov pri razlicznoi intensivnosti zarażenia imi sobak*, *Cztienia Pam. Cholodkovskiego, AN, SSSR*, 1950.
- [67] Pawłowski E. N., Gniezdilov W. G. — *Wnutriwidowuje i mieźwidowuje odnoszenia sredi komponentow parasitocenoza kiszecznika chaziajna*, *Zool. Żurn.*, XXXII, 1953.
- [68] Petrusiewicz K. — *Podstawowe pojęcia biocenologii*, *Bibl. Koła Przyr. USB, Wilno*, pp. 1—48, 1936.
- [69] Petrusiewicz K. — *Próba sprecyzowania niektórych pojęć biocenotycznych*, *Kosmos, Lwów, Ser. B.*, 32, 1937.
- [70] Petrusiewicz K. — *Badania ekologiczne nad krzyżakami (Argiopidae) na tle fizjografii wileńszczyny*, pp. 1—86, *Wilno*, 1938.
- [71] Petrusiewicz K. — *Investigation of experimentally induced population growth*, *Ekol. Pol. Ser. A.*, V, 9, 1958.
- [72] Petrusiewicz K. — *Population growth induced by disturbance in the ecological structure of the population*, *Ekol. Pol. Ser. A.*, XI, 3, 1963.
- [73] Petrusiewicz K. — *Dynamika liczebności, organizacja i struktura ekologiczna populacji*, *Ekol. Pol. Ser. B.*, XI, 4, 1965.
- [74] Petter A. J. — *Equilibre des especes dans les populations de Nematodes parasites du colon des Tortues terrestres*, *C. R. Ac. Sc. Paris*, 257, 1963.
- [75] Raabe Z. — *Rola i zadania parazytologii w badaniach biocenotycznych*, *Pamiętnik II Zjazdu PTP w Puławach*, 1950.
- [76] Raabe Z. — *Zależność parazytofauny od areatu występowania żywiciela*, *Kosmos, Ser. A.*, IV, 2(13), 1955.
- [77] Roberts L. S. — *The influence of population density on patterns and*

- physiology of growth in *Hymenolepis diminuta* (cestoda: Cyclophyllidae) in the definitive host, Exp. Par. XI, 4, 1961.
- [78] Rupeš V. — Paraziticki czervi u *Apodemus flavicollis* a *Clethrionomys glareolus* z okoli Prahy, Ceskoslov. Par., XI, pp. 335—338, 1964.
- [79] Schmidt R. — Untersuchungen über die entoparasitenfauna des Magen — Darmtraktes und der Leibeshöhle von Muriden (Rodentia) der Umgehung Halles unter besonderer Berücksichtigung der Cestoden und Nematoden, Wiss. Z. Martin Luter Univ. Halle — Wittenberg, Math.-naturwiss Reiche., XI, 4, pp. 457—470, 1962.
- [80] Sharpe G. I. — The helminth parasites of some small mammals communities. I. The parasites and their hosts, Parasitology, 54, 1, pp. 145—154, 1964.
- [81] Sośnina E. F. — Parazyty myszewidnych gryzunov Gissarskoi doliny i južnovo skłona gissarskovo chrepta (Tadžykistan), Trudy Izd. Ak. Nauk Tadž. SSR, Stalinabad, LXIV, 1957.
- [82] Sulgostowska T. — Trematodes of birds in the biocenosis of the lakes Družno, Goldapiwo, Mamry Północne i Święcajty, Acta Par. Pol., XI, 18, pp. 239—264, 1963.
- [83] Szaldibin L. S. — Wlianie ekologiczeskoj valentnosti chazajna na formirovanie jevo gelmintofauny na primiere ziemnovodnych gryzunov, Ucz. Zap. Ser. Zool. Gelm. Sborn. 4, 56, pp. 31—49, 1965.
- [84] Tarczyński S. — O zmienności struktur populacyjnych *Oesophagostomum dentatum* Rudolphi, 1803 w zależności od intensywności inwazji, gatunku żywiciela i jego warunków bytowania, Wiad. Par., VII, 2, suppl., 1961.
- [85] Tarwid K. — Próba charakterystyki zespołów komarów w Puszczy Kampinoskiej, St. Soc. Sc. Torunensis, Sec. E (Zoologia), III, 2, 1952.
- [86] Tarwid K. — Szacowanie zbieżności nisz ekologicznych gatunków droga oceny prawdopodobieństwa spotykania się ich w połowach, Ekol. Pol. Ser. B., VI, 2, 1960.
- [87] Tenora F. — The helminthofauna of small rodents of the Rohačska dolina Valley (Liptovské Hole MTS, Slovakia), Acta Sc. Nat. Acad. Sc. Bohem. Brno, I, Nova Ser., 2, pp. 31—68, 1967, a.
- [88] Tenora F. — Ecological study on helminths of small rodents of the Rohačska Dolina Valley, Acta Sc. Nat. Acad. Sc. Bohem., Brno, I Nova Ser., 5, pp. 163—206, 1967, b.
- [89] Theodorides J. — Parasitisme et ecologie, Biol. Med., 43, 4, pp. 440—463, 1954.
- [90] Wahl E. — Etude parasito-ecologique des petits Mammiferes (Insectivores et Rongeurs) du vall de l'Allondon (Geneve), Geneva, Imprimerie Kundig, 1967.
- [91] Wiśniewski L. W. — Zagadnienia biocenologiczne w parazytologii, Wiad. Par. I, 1955.
- [92] Wiśniewski L. W. — Characterization of the parasitofauna of an eutrophic lake, Acta Par. Pol. VI, 1, 1958.
- [93] Wiśniewski L. W., Szymanik K., Bażańska K. — The formation of structure in tapeworm population, Acta Par. Pol., VI, 1958.
- [94] Żebrowska D. — O stosunkach wewnątrzpopulacyjnych u tasiemców, Wiad. Par., XI, 1—2, suppl., 1965.
- [95] Yozima F., Machida R. — On the ecological relations of parasite state of *Ancylostoma caninum*, especially on the density effect of population, Jap. J. of Par. VII, 6, 1958.

BUDOWA SUBMIKROSKOPOWA NABŁONKA ZMYŚLOWEGO CZĘŚCI PRZEDSIONKOWEJ UCHA WEWNĘTRZNEGO SSAKÓW

Narząd stato-kinetyczny, zwany też przedsionkiem (vestibulum) wg Spiegela i Sommera (1944) obejmuje woreczek i łagiewkę oraz kanały półkoliste. Receptory zmysłowe w obrębie tego narządu zgrupowane są w plamkach statycznych łagiewki (utriculus) i woreczka (sacculus) oraz w grzebieniach zmysłowych kanałów półkolistych. Zarówno plamki, jak i grzebienie są zbudowane z dwu rodzajów komórek: rzęsatych komórek zmysłowych oraz bezrzęsych komórek podporowych. Pomijając różnice w sposobie pobudzania elementów zmysłowych grzebieni (przepływ endolimfy) i plamek zmysłowych (przemieszczanie się błony otolitowej), podstawowym elementem anatomiczno-czynnościowym jest zawsze rzęsata komórka zmysłowa.

Na podstawie badań przeprowadzonych w mikroskopie elektronowym Wersall w 1956 r., a później i inni autorzy — stwierdzili, że w obrębie zarówno plamek statycznych, jak i grzebieni zmysłowych kanałów półkolistych występują dwa typy komórek rzęsatych. Komórki te nazwano komórkami zmysłowymi typu I i II Wersalla. W oparciu o badania porównawcze ustalono, że u ryb i płazów spotyka się tylko komórki zmysłowe typu II, u ptaków i ssaków natomiast występują komórki obu typów, tj. I i II (Flock, Gleisner, Lundquist i Wersall 1956, cyt. za poz. 20). Danych co do gadów nie spotkałem.

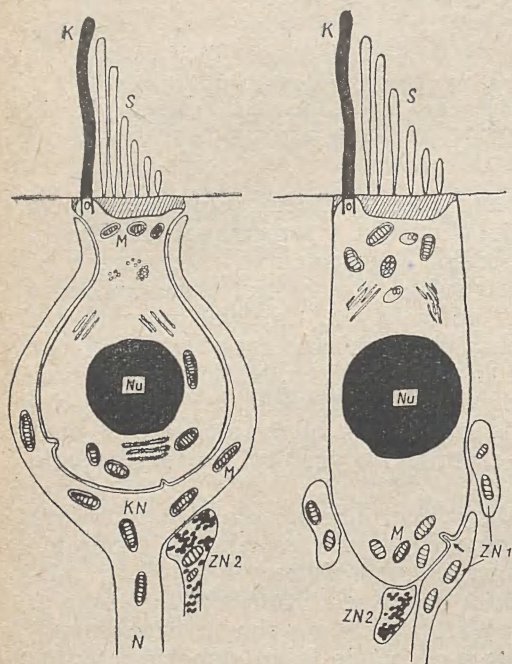
Komórka zmysłowa typu I odznacza się buteleczkowatym kształtem o dość wąskiej szyjce. Poniżej szyjkowatego przewężenia¹ komórka tego typu jest silnie bańkowato rozdęta. W części tej leży duże, okrągłe jądro komórkowe. Całą komórkę, oprócz urzęsnionej części apikalnej, otacza (czasem wspólnie po dwie lub trzy komórki razem) kielich nerwowy będący zakończeniem zmyelinizowanych włókien nerwowych (włókna obwodowe bipolarnych komórek zwojowych części statycznej nerwu VIII) (rys. 1).

Komórkę zmysłową typu II charakteryzuje raczej niezbyt regularny kształt cylindryczny oraz duże owalne jądro leżące u większości komórek tego typu mniej więcej w połowie jej wysokości.

Oba typy komórek różnią się także między sobą rozłożeniem organelli cytoplazmatycznych, głównie mitochondriów. Ponadto zachodzą wyraźne różnice w wielkości, komórki bowiem typu I mają przeciętnie

¹ Przewężony szyjkowato odcinek komórki typu I nie zawiera prawie nigdy żadnych organelli cytoplazmatycznych, oprócz fibrilli i tubul. Te ostatnie są bardzo podobne do takich samych elementów spotykanych powszechnie w aksenach nerwowych. W związku z tym Davis (1961) wysunął hipotezę, iż komórka czuciowa należy do tego samego rodzaju komórek co neuron. Sądzi on, że część szyjkowata komórki rzęsatej typu I posiada podobne zdolności przekazywania potencjału elektrycznego jak neuron.

około 20 μ długości (wysokość komórki) i 8–10 μ szerokości, komórki typu II natomiast mierzą przeciętnie około 30 μ długości (wysokość) i około 8 μ szerokości. Stwierdzono także różnice ilościowe w występowaniu poszczególnych typów komórek rzęsatych w obrębie plamek i grzebieni. Komórki typu I występują szczególnie licznie w centralnych



Rys. 1. Schemat budowy przedsionkowych komórek zmysłowych: na lewo — komórka typu I, na prawo — komórka typu II. Zwraca uwagę schodkowaty układ (s) stereocyliów w miarę zbliżania się do kinocylium (K). Wyraźnie widoczne obszary synaptyczne w postaci zagłębienia kielicha nerwowego (KN).

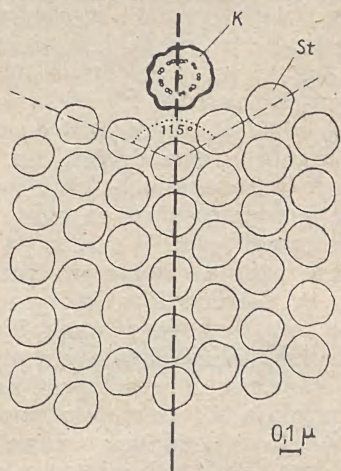
ZN1 — zakończenie nerwowe typu 1,
ZN2 — zakończenie nerwowe typu 2;
Nu — jądro komórkowe, M — mitochondria. Część zakreślona skośnie — płytka kutikularna. Wg Engströma i współpr.

partiach plamek równoważnych (woreczka i łagiewki) oraz na szczytach grzebieni zmysłowych, a komórki typu II przeważają w ich częściach obwodowych. Oba typy komórek zmysłowych otaczają komórki podporowe. Komórki te są dłuższe od komórek rzęsatych i rozciągają się od błony podstawowej nabłonka aż do powierzchni wolnej sąsiadującej ze środowiskiem endolimfy. Wszystkie komórki podporowe są połączone z sobą, a także z komórkami rzęsatymi, siecią desmosomów. Najgęściej występują one w partiach szczytowych nabłonka zmysłowego, gdzie układając się równolegle do jego powierzchni, tworzą siatkę, w której oczkach leżą urzęśnione szczyty komórek zmysłowych. Na swej powierzchni wolnej komórki podporowe są zaopatrzone w kilka mikrokosmków. Jądro komórek podporowych o nieregularnym kształcie leży przeważnie w podstawowej części komórki. Wszystkie komórki nabłonka spoczywają na błonie podstawowej zbudowanej z delikatnych włókien, pomiędzy którymi występują rozproszone komórki. Poniżej błony podstawowej leży gęsty spłot naczyń kapilarnych.

Najbardziej specyficzną i morfologicznie zróżnicowaną częścią każdej komórki zmysłowej w obrębie całego nabłonka (niezależnie od typu komórki) jest jej część apikalna zaopatrzona w rzęski. Każda komórka zmysłowa przedsionka jest zaopatrzona w 60 do 100 stereocyliów spoczywających na płycie kutikularnej pokrywającej wolną powierzchnię każdej komórki, oprócz ekscentrycznie leżącego miejsca na jej po-

wierzchni, na którym spoczywa kinocilium (z reguły jedno w przypadku każdej komórki, bardzo rzadko dwa).

Stereocilia są jednorodnymi maczugokształtnymi przeciekami plazmatycznymi otoczonymi błoną plazmatyczną. W części basalnej stereocilium (która jest bardzo wąska i ma średnicę $0,1 \mu$) plazma leżąca w jego osi jest silniej zagęszczona i tworzy włókienko osiowe, które wnika dość głęboko w płytkę kutikularną. Stereocilia każdej komórki rzęsatej wykazują geometryczny układ przestrzenny. Są one zebrane w 7—9 równolegle biegnących do siebie rzędach ustawionych poza kinocilium, które leży nieco do przodu na jednym z biegunów komórki. Odległość pomiędzy dwoma rzędami stereocyliów jest większa niż odległość pomiędzy dwu sąsiednimi stereocyliami stojącymi w tym samym rzędzie. Kinocilium leży na przedłużeniu rzędu środkowego stereocyliów i jest ograniczone od boków przez rzędy boczne stereocyliów, które są przesunięte nieco do przodu w stosunku do rzędu środkowego stereocyliów. W związku z tym kinocilium znajduje się jak gdyby we „wglębeniu”. Wielkość przesunięcia rzędów bocznych w stosunku do rzędu środkowego stereocyliów odpowiada połowie odległości pomiędzy dwu sąsiednimi stereocyliami znajdującymi się w tym samym rzędzie. Stereocilia rzędów bocznych, które otaczają kinocilium, tworzą kąt rozwarty w stronę kinocilium, wynoszący około 115° (rys. 2). Ponadto stereocilia są zróżnicowane pod

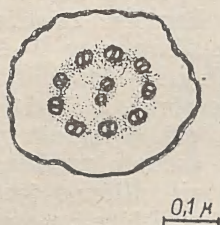


Rys. 2. Pęczek włosków zmysłowych pojedynczej komórki zmysłowej plamki łagiewki, przekrój styczny do powierzchni części apikalnej komórki. Uderza regularny układ stereocyliów (St), (K) — kinocilium. Wg Wersalla i współpr.

względem długości (wysokości), która waha się w komórkach rzęsatych plamek równoważnych od 1μ do 12μ , w przypadku natomiast komórek grzebieni zmysłowych są one znacznie dłuższe i mierzą do 40μ , Dohlman 1960. W obrębie poszczególnych pęczków zaznacza się wyraźne uszeregowanie stereocyliów odpowiednio do ich długości. Mianowicie długość stereocyliów wzrasta schodkowato od jednego bieguna komórki ku kinocilium, przypominając układ puszczalek organowych. Stereocilia leżące w najbliższym sąsiedztwie kinocilium są najdłuższe.

Kinocilium jest najdłuższym włoskiem zmysłowym, obdarzonym dużą elastycznością i ruchliwością. Budowa wewnętrzna kinocilium jest zupełnie podobna do budowy rzęsek spotykanych w innych komórkach. Kinocilium składa się — co najlepiej widać na jego przekroju poprzecznym w mikroskopie elektronowym (rys. 3) — z dziewięciu par włókien

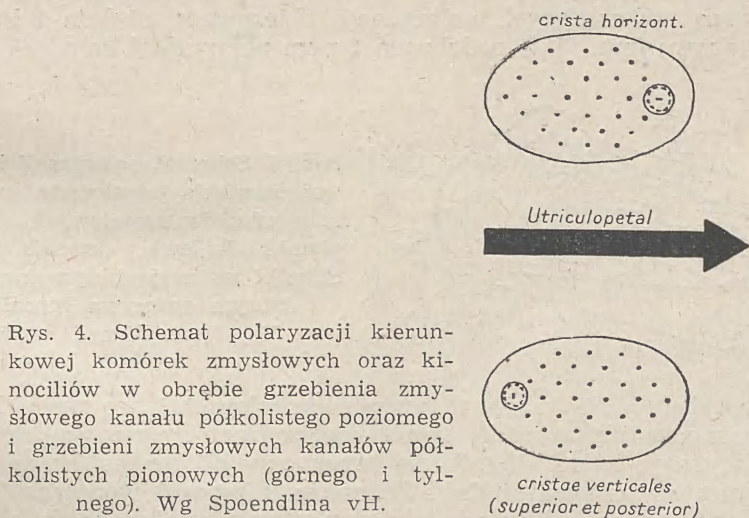
ułożonych na obwodzie, a otaczających dwa pojedyncze włókna leżące w osi kinocilium. Całe kinocilium jest osłonięte błoną plazmatyczną, która przechodzi u jego podstawy w błonę plazmatyczną komórki rzęsatej. Włókna leżące osiowo kończą się ponad powierzchnią komórki, parzyste włókna natomiast rozłożone na obwodzie kinocilium wnikają do wnętrza



Rys. 3. Półschematyczny obraz distalnej części kinocilium, przekrój poprzeczny (mikroskop elektronowy). Wg Wersalla i współpr.

komórki wchodząc w bezpośredni kontakt z ciałkiem podstawowym, przy którym spoczywa po stronie odwróconej od kinocilium maczugokształtna stopka podstawowa, tzw. basal foot. Ciało podstawowe kinocilium wykazuje identyczną budowę z centriolem spotykanym powszechnie w innych komórkach. Dość często w obrębie komórek rzęsatej spotykamy drugie dodatkowe centriole, które leży zazwyczaj w głębszych częściach komórki. Jak już powiedzieliśmy, kinocilium jest elementem spotykanym w identycznej postaci w obrębie różnych tkanek u wszystkich zwierząt. Jego zasadniczą cechą jest zdolność do stałego ruchu — np. nabłonek wyścielający drogi oddechowe lub jajowody. W pewnych jednak przypadkach może spełniać inne zadanie. Jak stwierdzili to różni autorzy (Sjöstrand 1953, Wolken 1956 oraz inni), kinocilia spotyka się w wielu typach komórek czuciowych, np. w przecikach siatkówki, nabłonku węchowym lub organellach czuciowych prymitywnych jednokomórkowców. Fakty te przemawiają za tym, że kinocilium odgrywa rolę czynną w systemie czuciowym. Również za tego rodzaju rolę kinocilium wraz z jego ciałkiem podstawowym przemawia sposób ustawienia kinocilium w stosunku do stereociliów, który nie jest jednakowy na całym obszarze nabłonka zmysłowego płamek i grzebieni. Najlepiej jest on widoczny na przekrojach horyzontalnych przebiegających tuż powyżej części apikalnych komórek zmysłowych, na których w mikroskopie elektronowym uwidoczniają się przecięte poprzecznie włoski zmysłowe. Na podstawie obserwacji wykonanych na takim materiale, pozwalającym oglądać układ i wzajemny stosunek włosków w obrębie poszczególnych pęczków, stwierdzono, iż w nabłonku zmysłowym części równoważnej ucha wewnętrznego zachodzi polaryzacja morfologiczna, a także czynnościowa. Większość komórek zmysłowych w obrębie poszczególnych obszarów nabłonka (plamki, grzebienie) wykazuje ten sam sposób ustawienia kinocilium w stosunku do stereociliów, leży ono zawsze po tej samej stronie (stałe na tym samym biegunie) komórki. Czynność grzebieni zmysłowych kanałów półkolistych jest uwarunkowana kierunkiem działającego bodźca. Przy wychyleniu osklepka (cupuli otaczającej wszystkie włoski zmysłowe każdego grzebienia w postaci ruchomej zastawki) skierowanym dołagiewkowo i odłagiewkowo uzyskuje się odmienne odczyny. Fakt ten znalazł swój wyraz w II prawie Ewalda (zanim stwierdzono anatomiczne podstawy polaryzacji kierunkowej), które mówi, że wychylenie osklepka skierowane dołagiewkowo w przypadku kanału półkolistego poziomego wywołuje odczyn silniejszy niż przy jego wychyleniu w kierunku prze-

ciwnym, natomiast w przypadku osklepka kanałów półkolistych pionowych (przedniego i tylnego) odczyn silniejszy wywoła bodziec wychylający osklepek w kierunku odłagiewkowym. Również prace Löewensteina i współpracowników (1940, 1955) potwierdziły słuszość prawa Ewalda. Stwierdzili oni, iż w nabłonku zmysłowym grzebieni kanałów półkolistych występują dwa typy jednostek zmysłowych wykazujących odmienne zachowanie się w spoczynku. Jedne z nich w tych warunkach wykazują spontaniczną czynność spoczynkową, inne czynności tej nie przejawiają. Drażniąc grzebień zmysłowy kanału półkolistego poziomego bodźcem skierowanym dołagiewkowo wywołano z jednej strony wzrost czynności elementów spontanicznie czynnych w spoczynku, a z drugiej pojawienie się czynności elementów spontanicznie nieczynnych w spoczynku. Bodziec skierowany odłagiewkowo wywoływał spadek aktywności elementów spontanicznie czynnych w spoczynku (receptorów dwukierunkowych) i nie wywoływał żadnej reakcji ze strony elementów zmysłowych w spoczynku spontanicznie nieczynnych. Podobne zachowanie się nabłonka zmysłowego kanałów półkolistych zależne od kierunku działającego bodźca, stwierdził Trincker (1957) badając potencjały spoczynkowe tych nabłonków u świnki morskiej. W przypadku wychylenia osklepka kanału półkolistego poziomego przez bodziec skierowany dołagiewkowo następuje obniżenie potencjałów spoczynkowych przy wychyleniu, natomiast w kierunku przeciwnym uwidocznia się wzrost tych potencjałów. Ta wyraźna kierunkowość czynnościowa grzebieni zmysłowych kanałów półkolistych znajduje swój wyraz i wiąże się niewątpliwie z przestrzennym układem stereo- i kinociliów. W przypadku grze-

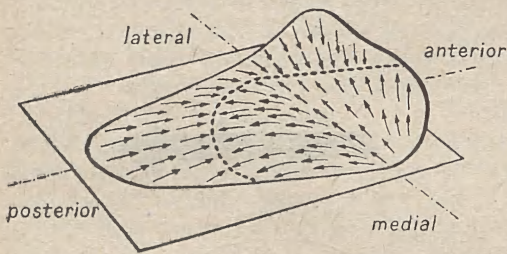


Rys. 4. Schemat polaryzacji kierunkowej komórek zmysłowych oraz kinocyliów w obrębie grzebienia zmysłowego kanału półkolistego poziomego i grzebieni zmysłowych kanałów półkolistych pionowych (górnego i tylnego). Wg Spöndlina vH.

bieni zmysłowych kanałów półkolistych kinocilia wszystkich komórek zmysłowych leżą zawsze po tej samej stronie pęczka rzęsek zmysłowych. Wykazują one zatem jednorodną polaryzację morfologiczną. W obrębie grzebienia zmysłowego znajdującego się w ampule kanału półkolistego poziomego kinocilia wszystkich komórek leżą na dołagiewkowym biegunie komórek, natomiast u grzebieni zmysłowych kanałów półkolistych pionowych (przedniego i tylnego) kinocilia leżą na dokanałowym biegunie komórek zmysłowych (rys. 4). Jak widać, przeciwieństwa w odczy-

nach grzebieni kanałów półkolistych poziomych i pionowych pozostają w bezpośrednim związku z odmiennie skierowaną polaryzacją kinocyliów, sugerując tym samym, iż kinocilium jest decydującym elementem funkcjonalnym przy drażnieniu komórki zmysłowej. Obecnie przyjmuje się za Trinckerem, iż wychyleniu włosków zmysłowych w kierunku bieguna komórki, na którym znajduje się kinocilium, towarzyszy depolaryzacja nabłonka zmysłowego grzebienia, a zatem wzrost czynności nerwowej, wychyleniu ich natomiast w kierunku przeciwnym (od bieguna, na którym znajduje się kinocilium) towarzyszy hyperpolaryzacja nabłonka zmysłowego i tym samym obniżenie czynności nerwowej.

Z bardziej skomplikowaną sytuacją spotykamy się u plamek równoważnych, z uwagi na różne ułożenie w przestrzeni poszczególnych części każdej z plamek. Ponadto włoski zmysłowe, o mniejszej długości, ale identycznej budowie, są zatopione w spoczywającej na nich błonie otolitywej. Niemniej spotykamy tu również polaryzację kierunkową (zachodzącą w tym samym kierunku), obejmującą dość rozległe obszary nabłonka w danej plamce równoważnej. Kierunek tej polaryzacji jest różny w poszczególnych częściach każdej plamki. W obrębie plamki równoważnej łagiewki² kierunek polaryzacji rozchodzi się w postaci wachlarza od medialnej i częściowo oralnej partii plamki aż do łukowato przebiegającej linii rozgraniczenia, poza którą polaryzacja włosków zmysłowych jest przeciwnie skierowana. Po każdej stronie tej linii kinocilia stoją na przeciwko sobie. W obrębie każdej z dwu plamek łagiewki występują w praktyce wszystkie kierunki polaryzacji. Zaznacza się jednak pewna przewaga polaryzacji o kierunku lateralnym w stosunku do polaryzacji o kierunku medialnym. Ilość natomiast komórek zmysłowych wykazujących polaryzację skierowaną oralnie i kaudalnie jest jednakowa (rys. 5). Z podobnym typem polaryzacji komórek zmysło-



Rys. 5. Schemat polaryzacji kierunkowej komórek zmysłowych oraz pęczków włosków zmysłowych na terenie plamki łagiewki (*macula utricle*). Strzałki wskazują biegun komórki, na którym spoczywa kinocilium.

Wg Spoendlina i współpr.

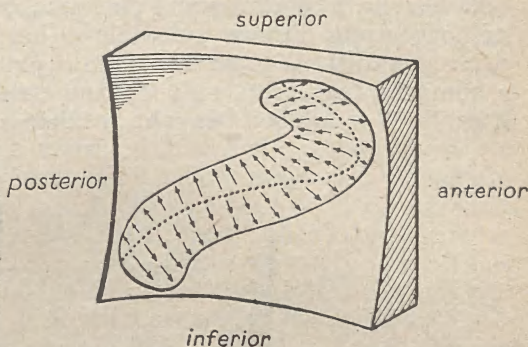
wych spotykamy się także w przypadku plamki woreczka³. Również i tutaj zaznacza się wyraźnie strefa rozgraniczenia przeciwnych kierunków polaryzacji, która ciągnie się przez cały obszar nabłonka zmysłowego w postaci łukowatej linii. Jednakże u plamki woreczka kinocilia stoją po obu stronach linii rozgraniczenia, na przeciwległych biegunach komórek, odwrotnie, niż widzieliśmy to w obrębie plamki łagiewki. Ponadto nabłonek plamki woreczka nie wykazuje wszystkich kierunków po-

² Oś długa plamki łagiewki, w przypadku gdy głowa znajduje się w położeniu normalnym, tzn. jest trzymana prosto, przebiega prawie równolegle z płaszczyzną horyzontalną.

³ Oś długa tej plamki jest prostopadła do osi plamki łagiewki i przy normalnym ustawieniu głowy, tzn. gdy jest trzymana prosto, przebiega pionowo (prostopadle do płaszczyzny horyzontalnej).

laryzacji. Komórki zmysłowe tej plamki wykazują polaryzację w kierunku przednio-dolnym i tylno-górnym (co pozostaje w związku z innym ustawieniem tej plamki w przestrzeni), przy czym ilość komórek o obu typach polaryzacji jest w praktyce jednakowa (rys. 6).

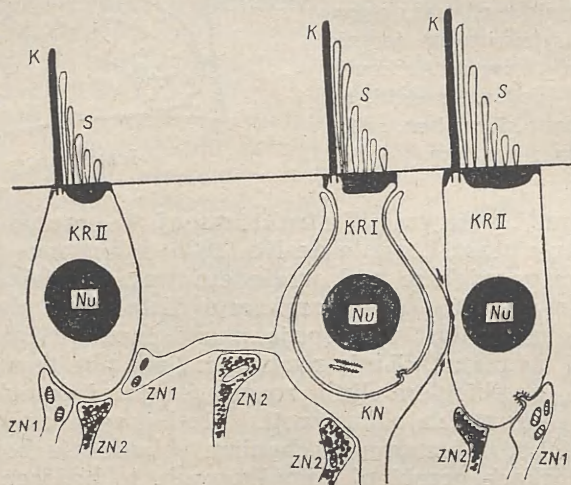
Rys. 6. Schemat polaryzacji kierunkowej komórek zmysłowych oraz pęczków włosków zmysłowych na terenie plamki woreczka (*macula sacculi*). Strzałki wskazują biegun komórki, na którym spoczywa kinocilium. Wg Spoendlina i współpr.



Podobny obraz „polaryzacji” strukturalnej w obrębie błony otolitowej został opisany przez Lorente de No (1926) i Wernera (1940). Stwierdzili oni, iż otolity większe pod względem wagi i wielkości, zatopione w błonie otolitowej, leżą ponad częściami distalnymi plamki łagiewki, otolity mniejsze natomiast występują ponad medialnymi i proksymalnymi obszarami tej plamki. Linia rozgraniczająca oba te rodzaje otolitów pokrywa się z przebiegiem linii rozgraniczającej komórki zmysłowe o przeciwnych kierunkach polaryzacji. Jeżeli przyjmiemy, że u plamki równoważnej zachodzi ten sam mechanizm pobudzenia komórki zmysłowej jak w komórkach grzebieni ampułkowych, to bodźcem pozytywnym wywołującym wzrost czynności nerwowej będzie ten, który wychyli włoski zmysłowe w kierunku bieguna komórki, na którym spoczywa kinocilium. Ze względu na to, że w plamce łagiewki występują cztery kierunki polaryzacji, można przyjąć, iż plamka ta jest zdolna do odpowiedzi na przyspieszenia prostolinijne zachodzące w tych kierunkach. Tego rodzaju przypuszczenie pozostaje w całkowitej zgodności z wynikami prac elektrofizjologicznych Löwensteina i Robertsa (1951). Mianowicie pojedyncza plamka łagiewki reaguje na odchylenia od normalnego jej położenia w zakresie wszystkich osi poziomych, natomiast pojedyncze elementy czynnościowe (pojedyncze komórki) wykazują odpowiedzi maksymalnie dodatnie i maksymalnie ujemne na odchylenie od położenia normalnego tylko w przypadku wychyleń zachodzących w jednej określonej płaszczyźnie, którą wyznacza oś polaryzacji komórki. Jakkolwiek z anatomicznego punktu widzenia wydaje się bardzo prawdopodobne, że plamka równoważna woreczka spełnia podobne czynności jak plamka łagiewki, znane są fakty natury fizjologicznej, które ujawniają zdolność plamki woreczka do percepcji wibracji (Frisch i Stetter 1932). Pomiędzy obu typami omówionych komórek zmysłowych, spotykanych w obrębie plamek i grzebieni, zachodzą wyraźne i istotne różnice w sposobie unerwienia.

Początkowo uważano, iż oba typy komórek zmysłowych zaopatrują włókna nerwowe różnych kalibrów i tak jest istotnie w pewnej mierze. Jednakże na podstawie badań przeprowadzonych w ciągu ostatnich kilku lat wynika, iż sposób tej inervacji jest bardziej skomplikowany. Okazało się, że inervacja obu typów komórek zachodzi na siebie (podobnie jak

unerwienie w skórze), dzięki czemu komórki typu I i typu II mogą być zaopatrywane przez to samo włókno nerwowe. Zwłaszcza dobrze jest to widoczne u komórki typu II, którą między innymi zaopatruje „kolateralna” odchodząca od kielicha nerwowego, otaczającego komórkę typu I. Niezależnie od tego stwierdzono (Engström, Ades, Hawkins 1965), iż kielich nerwowy otaczający i unerwiający swą powierzchnią wewnętrzną komórkę typu I może wchodzić w bezpośredni kontakt z komórką zmysłową typu II. W obszarze tego styku, pomiędzy kielichem nerwowym a komórką tego typu, są widoczne struktury bardzo podobne do synapsy (rys. 7). W oparciu o ten fakt, a także o dane filogenetyczne należy uznać



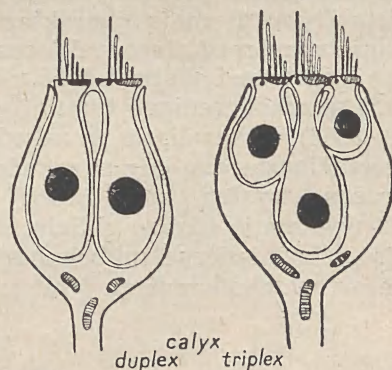
Rys. 7. Schemat przedstawiający wzajemne współzależności kilku komórek przedsionkowych między sobą.

K — kinocilium, S — stereocilia, KR I — komórka zmysłowa typu I, KR II — komórka zmysłowa typu II, KN — kielich nerwowy, Nu — jądro komórkowe, ZN1 — zakończenie nerwowe typu 1, ZN2 — zakończenie nerwowe typu 2. Wg Engströma i współpr.

z dużym prawdopodobieństwem komórkę typu II za komórkę pierwotniejszą, filogenetycznie starszą. Komórka typu II jest unerwiona przez dwa różne typy zakończeń nerwowych. Jeden z nich stanowią tzw. zakończenia nerwowe typu 1, wchodzące w bezpośredni kontakt synaptyczny z błoną plazmatyczną komórki. Zakończenia te charakteryzują się skąpą ilością ziarnistości synaptycznych. W obszarze styku tego typu z komórką często jest widoczne małe wgłębienie skierowane do wnętrza komórki zmysłowej. Wgłębienie to jest różne co do wielkości i kształtu w pewnych razach gładkie i okrągłe, w innych biegnie skośnie w głąb komórki i dookoła niego od strony wnętrza komórki zmysłowej leży kilka drobnych pęcherzyków. Czasem spotyka się również w obszarze synaptycznym wgłębienie podobne do tworu opisanego przez Smitha i Sjöstranda jako tzw. synaptic bar-wypustka lub kołec synaptyczny. Przy dokładnym zapoznaniu się z tą strukturą okazało się, że jest to również wpuklenie błony plazmatycznej komórki zmysłowej, po którego obydwu stronach plazma jest silnie zagęszczona. Jak już wspomnieliśmy poprzednio w okolicy wpuklenia synaptycznego są czasem widoczne drobne

okrągłe pęcherzyki po stronie wewnętrznej komórki zmysłowej. W innych wypadkach są one zbliżone do krótkich kołców lub promienisto, dość gęsto ułożonych pręcików długości około 200 Å.

Ogólny wygląd i budowa tego typu zakończeń nerwowych wskazuje na postsynaptyczny charakter tych zakończeń, przekazujących impulsy centripetalnie. Na powierzchni komórki zmysłowej typu II stwierdzono występowanie kilku zakończeń tego typu, które różnią się wielkością i kształtem. Niektóre z nich są zupełnie podobne do „boutton termines”. Inne są długie i wąskie, dzięki czemu mają obszerny styk z komórką zmysłową, tak iż przypominają kształtem połowę kielicha nerwowego, który otacza komórki typu I. Drugi rodzaj zakończeń występujących na komórkach zmysłowych typu II jest uboższy pod względem ilościowym. Przypominają one pod względem formy „boutton termines” a wewnątrz ich jest bardzo obficie wypełnione ziarnistościami, czym się zasadniczo różnią od poprzednio opisanych zakończeń. Ten bogato ziarnisty typ zakończeń jest określany jako typ 2. Wchodzą one w bezpośredni kontakt z powierzchnią komórki zmysłowej. W tym obszarze stwku bardzo często widoczne jest zgrubienie błony plazmatycznej komórki, jak również samego zakończenia. Zakończenia tego typu (typu 2) mogą również wchodzić w kontakt z włóknami nerwowymi o zakończeniach typu 1 (rys. 7). Ko-



Rys. 8. Schemat przedstawiający unerwienie kilku komórek zmysłowych typu I przez jeden kielich nerwowy. Wg Engströma i współpr.

mórka typu I jest otoczona prawie w całości przez skąpo ziarnisty kielich nerwowy, który czasem obejmuje dwie, trzy, a nawet cztery komórki zmysłowe razem (rys. 8). Powierzchnię komórki oddziela od powierzchni wewnętrznej kielicha nerwowego przestrzeń szerokości 250—300 Å (rys. 7). Pierwotnie przypuszczano, że przestrzeń ta jest wszędzie jednakowo szeroka, dookoła całej komórki, z wyjątkiem odcinka, w którym jest szykowato przewężona. Stwarzało to wrażenie, iż tylko ten odcinek można uważać za obszar synaptyczny, potęgowało je jeszcze bardziej występowanie w kielichu nerwowym pęcherzyków podobnych do pęcherzyków synaptycznych, grupujących się na odcinku tego przewężenia (Smith 1956).

Badania przeprowadzone przez Engströma, Adesa i Hawkinsa (1965) dowiodły, że przestrzeń rozdzielająca kielich nerwowy od powierzchni komórki zmysłowej nie jest jednakowa dookoła całej komórki. Istnieją bowiem dobrze widoczne obszary, w obrębie których przestrzeń ta jest silnie zwężona. W centrum takiego obszaru często spotyka się wpuklenie, czasem dość duże, skierowane do wnętrza komórki, przypominające

w niektórych przypadkach kształtem literę C — odpowiednik kolca synaptycznego Smitha; po wewnętrznej stronie obszaru synaptycznego nie-rzadko występują małe pęcherzyki o średnicy 200—400 Å, które pozostają w ścisłym związku z wyżej wspomnianym wpukleniem. Dość często w tym obszarze stykowym na zewnętrznej powierzchni kielicha nerwowego można spotkać bogato ziarniste zakończenia nerwowe typu 2. Jak opisał to wcześniej Engström (1958, 1961), powierzchnia zewnętrzna kielicha nerwowego styka się zawsze z kilku bogato ziarnistymi zakończeniami typu 2. Ponadto okazało się, że powierzchnia zewnętrzna kielicha nerwowego styka się także, i to dość często, bezpośrednio z powierzchnią komórki typu II. Na terenie tego styku jest wyraźnie widoczny osmofilny obszar synaptyczny (rys. 7 strzałki). Okazało się również, iż kielich nerwowy otaczający komórkę typu I oddaje wypustki — „kolaterale” — docierające do powierzchni komórki zmysłowej typu II, gdzie kończy się jako zakończenie skąpo ziarniste typu 1. Przy każdej z takich bocznych gałązek obserwowano występowanie zakończenia bogato ziarnistego typu 2.

To morfologiczne zróżnicowanie synaps na dwa typy jest niewątpliwie związane z odmiennym rodzajem ich czynności. Według opinii Ecclesa (i innych) zakończenia typu skąpo ziarnistego (typu 1) wskazują na elektryczny charakter przekazywania bodźca, zakończenia natomiast bogato ziarniste (typu 2) mają charakter synaps chemicznych działających za pośrednictwem mediatorów. W oparciu o badania morfologiczno-porównawcze Engström i Wersall 1958 uważają, iż zakończenia bogato ziarniste (typu 2) są zakończeniami typu efferentnego. Hilding i Wersall i współpr. (1961—1962) wykazali, iż w zakończeniach tych występuje specyficzna acetylocholinesteraza, gdy w zakończeniach skąpo ziarnistych (typu 1) nie stwierdzono występowania żadnej z esteraz. Ponadto w zakończeniach typu 2 występują bardzo obficie ziarnistości synaptyczne, natomiast posiadają tylko nieliczne mitochondria i brak w nich neurofibrylli, przeciwnie niż w zakończeniach typu 1, a zwłaszcza w kielichu nerwowym.

LITERATURA

- [1] Davis H. — *Phys. Rev.*, 41, p. 391, 1961.
- [2] Dohlman G. — CC. Thomas Publ. Springfield Ill., 1960.
- [3] Eccles J. C. — Berlin, Göttingen, Heidelberg. Springer., 1964.
- [4] Engström H., Wersall J. — *Exptl. Cell. Res.*, 5, p. 460, 1958.
- [5] Engström H., Ades H. W., Hawkins J. E. — *Symp. Biol. Hung.*, 5, p. 21, 1965.
- [6] Frisch K., Stetter — *Z. vergl. Physiol.*, 17, p. 686, 1932.
- [7] Hilding D., Wersall J. — *Acta Oto-laryng.*, 55, p. 205, 1962.
- [8] Lorente De No R. — *Trav. recherches biol. Univ. Madrid.*, 24 p. 53, 1926.
- [9] Löwenstein O., Sand A. — *Proc. of the Royal Soc. Ser. B. Biol. Scienc.*, 129, 1940.
- [10] Löwenstein O., Roberts J. — *J. Physiol.*, 114, p. 471, 1951.
- [11] Löwenstein O. — *J. Physiol.*, 127, p. 104, 1955.
- [12] Smith C. A. — *Ann. Otol.*, 65, p. 450, 1956.
- [13] Smith C. A., Sjöstrand F. — *J. Ultrastructural Research.*, 5, p. 184, 1961.

- [14] Sjöstrand F. — J. appl. Physiol., 24, p. 1422, 1953.
- [15] Spiegel E. A., Sommer I. — Grune & Stratton. New York., 1944.
- [16] Spoendlin v H. — Schweizer Arch. f. Neurol., Neurochirurg., u. Psychiat. Bd., 96, no. 2, p. 219, 1965.
- [17] Trincker D. — Pflügers Archiv. f. die ges. Physiol., 264, p. 351, 1957.
- [18] Werner C. F. — Georg Thieme, Leipzig, 1940.
- [19] Wersall J. — Acta Oto-laryng. Suppl., 126, p. 1, 1956.
- [20] Wersall J., Hilding D., Lundquist P. G. — Arch. Ohr. Nas. u. Kehlkopfheik., 178, p. 106, 1961.
- [21] Wersall J., Flock A., Lundquist P. G. — Cold Spring. Harbor Symposia on Quantitative Biology. vol. XXX, p. 115, 1965.
- [22] Wolken J. J. — J. Protozool., 3, p. 211, 1956.

O WYSTĘPOWANIU PŁAZÓW W WODACH SŁONYCH I SŁONAWYCH
ORAZ O MECHANIZMIE FIZJOLOGICZNYM TEGO ZJAWISKA

Płazy stanowią klasyczny, podręcznikowy wprost przykład grupy zwierząt ściśle związanych w okresie rozrodu ze środowiskiem wodnym. Jak wiadomo, olbrzymia ich większość przebywa wtedy w zbiornikach słodkowodnych. Liczni eksperymentatorzy, poczynawszy od Düringa w 1901 r. i Overtona w 1904 r., wykazali, że większość płazów nie przeżywa dłużej niż kilka godzin w wodzie o zasoleniu powyżej 9—11‰. Na tym tle ciekawsze wydają się stosunkowo nieliczne, ale pochodzące z różnych kontynentów przykłady wyjątków od tej reguły. Najpierw rozpatrzmy pokrótce obserwacje terenowe dotyczące tego niezwyklego zjawiska ekologicznego, a następnie dane doświadczalne odnoszące się przede wszystkim do jego mechanizmu.

Znamienny jest fakt, że zjawiskiem tym zainteresował się już Karol Darwin. Dał temu wyraz w swym fundamentalnym dziele *O powstaniu gatunków*. Przy omawianiu zasady nieobecności płazów na wyspach oceanicznych stwierdził on, że jest to spowodowane zabójczym działaniem wody morskiej zarówno na jajo płazów, jak też na osobniki dojrzałe. Jako jedyny wyjątek od tej reguły podaje pewien gatunek indyjski („...with the exception, as far as known, of one Indian species”). Cytowane stwierdzenie zostało powtórzone w późniejszych edycjach *O powstaniu gatunków* m. in. w wydaniu szóstym, angielskim, które zostało powtórzone w wydaniu amerykańskim w 1899 r. Fakt ten wskazuje na brak aktualizacji tych danych, jako że Boulenger w 1897 r. stwierdził na terenie Europy fakty odbywania pór godowych w wodach słonawych przez dwa gatunki ropuch, a mianowicie: ropuchę zieloną — *Bufo viridis* oraz ropuchę paskówkę — *Bufo calamita*. Obserwacje te odnośnie do *Bufo viridis* potwierdził Werner w 1911 r., na terenie Algerii i Dolnego Egiptu. Autor ten stwierdził też eryhaliczność gatunku żaby śmieszki — *Rana ridibunda* na wyspie Santa Maura na Morzu Jońskim i na wyspie Budua na Adriatyku. Już w roku 1907 Annandale stwierdził występowanie w mezohalinowej, o zasoleniu 17,5‰ słonawej wodzie delty Gangesu takich gatunków płazów bezogoniastych, jak *Rana cyanophlyctis*, *R. tigrina* (syn. *Rana tigerina*) i *Bufo melanostictus*. W roku 1911 Pearse zaobserwował u wybrzeży morskich Filipin masowe występowanie kijanek i młodych żab w wodzie polihalinowej o zasoleniu powyżej 21‰. Były to żaby morfologicznie zbliżone do *R. cancrivora*, ale stanowiły według nowych badań Bourret i Taylor, odrębne gatunki. Z płazów europejskich, według terenowych badań Mertensa (1926) i Hardyego (1943), najbardziej odporne na zasolenie są: *Bufo viridis* Laur., *Bufo calamita* L., *Rana esculenta* L. oraz *R. ridibunda* Pall. Brehm stwierdza, że szczególnie wytrzymałe

na ekstremalne warunki środowiskowe, takie jak wysoka temperatura, susza i woda słonawa, jest właśnie ropucha zielona. Autor ten podaje równocześnie, że ropucha paskówka (żwawa) występuje tam, gdzie klimat znajduje się pod wpływem morza. Przytacza on także obserwacje wskazujące na występowanie żaby śmieszki w słabo zasolonych wodach wschodniego Bałtyku (około 4‰). Schmidt w swej przeglądowej pracy z 1957 r., podaje m. in. obserwacje zachowania się ropuch na nadmorskich plażach Chin i Kalifornii (Shaw, Tsen-Hwang, 1934 i Storer, 1925). Wynika z nich, że płoszone ropuchy szukały niejednokrotnie schronienia w wodzie morskiej w okresie godowym. W roku 1966 stwierdziłem niezwykle z punktu ekologicznego stanowisko żaby greckiej — *Rana graeca* Blgr. na południu czarnomorskiego wybrzeża Bułgarii. Płoszone żaby, jeżeli nie mogły się schronić pod pobliskie głazy, uciekały do wody morskiej. Warto dodać, że jej zasolenie sięga tam około 18‰. Konfiguracja terenu w opisywanym wyłącznym stanowisku *R. graeca* czyni bardzo utrudnionym dostęp do najbliższego zbiornika wody słodkiej. Jest to bowiem klinowaty fragment plaży usłany potężnymi głazami i leżący u stóp stromego, kilkumetrowego urwiska. Teren ten bezpośrednio kontaktuje z Morzem Czarnym i przechodzi stopniowo w plażę piaszczystą, która osiąga szerokość kilkudziesięciu metrów. Najbliższy zespół zarośli wydmyowych znajduje się w odległości kilkudziesięciu metrów od stanowiska tych żab i nie stwierdziłem w nim w ogóle obecności płazów. W promieniu kilku kilometrów nie znajdują się żadne źródła wody słodkiej. Najbliższa rzeczka oddzielona jest od tego miejsca plażą piaszczystą, około czterokilometrowej szerokości, która w pasie przybrzeżnym pozbawiona jest nawet roślinności wydmyowej. Poza tym obszar ten uchodzi za najuboższy w Bułgarii w opady deszczowe, spora natomiast część skrawka plaży zamieszkałego przez żaby greckie jest zalewana wodą morską podczas sztormów. W związku z powyższym bardzo interesujące może się okazać badanie pory godowej tych żab. Jej przebieg może być tym ciekawszy, że stwierdzono znacznie większą tolerancję na zasolenie kijanek u rozmaitych gatunków płazów bezogoniastych niż osobników przeobrażonych. Gordon, Schmidt-Nielsen i Kelly stwierdzili np. ten fakt w 1960 r. u *Rana cancrivora*. Kijanki tego gatunku występowały bardzo licznie w eulitoralu Zatoki Syjamskiej, gdzie panuje typowo morskie zasolenie sięgające 35‰. W laboratorium znosiły one nawet zasolenie 39‰. Osobniki przeobrażone po przeprowadzeniu z wody słodkiej przez stężenie pośrednie mogły żyć w zasoleniu do 28‰. Tak wielka tolerancja na zasolenie predestynuje te żaby do przebywania w zaroślach mangrowych strefy neretycznej. W roku 1951 Stoitovici i Pora wykazali swoistą preadaptację u dojrzałych osobników *Bufo viridis*, pochodzących z delty Dunaju. Stwierdzili oni eksperymentalnie, że ropuchy te, mimo iż żyją w wodzie słonawej, są zdolne również do egzystencji w wodzie o zasoleniu polihalinowym sięgającym aż 29‰, jakie ma miejsce zwykle w strefie przybrzeżnej mórz. Strahan wykonał w 1955 r. w Hongkongu doświadczenia mające na celu zbadanie tolerancji na zasolenie kijanek tamtejszej ropuchy *Bufo melanostictus* Schneider, która normalnie rozmnaża się w wodzie słodkiej. Warto może dodać jako pewną dygresję, że gatunek ten występuje w południowo-wschodniej Azji począwszy od Chin, aż po półwysep Malajski, Filipiny i półwysep Sundajski. Dowodem dużej walenecji ekologicznej tej ropuchy jest również fakt występowania jej w Himalajach aż do wysokości 3000 m. np.m. Strahan pobierał zapłodnione jaja ze stawu

i dzielił je losowo na pięć grup liczących po 50 osobników. Grupę kontrolną hodował w 200 ml filtrowanej wody stawowej. Pozostałe grupy umieścił w stężeniach 0,25%, 0,5%, 0,75% i 1% NaCl. Stwierdził on, że młodsze stadia rozwojowe giną przy stężeniu 0,5%, kijanki natomiast przy 1%, a więc daje się zauważyć wzrost tolerancji na zasolenie w miarę rozwoju premetamorficznego. Euryhaliczność jest w tym okresie, jak stwierdza Strahan, funkcją wieku. Szkoda, że autor ten nie uwzględnił w swych doświadczeniach wcześniejszych niż neurula stadiów embriogenetycznych. Wiadomo bowiem, że np. stadium gastruli jest u płazów okresem krytycznym w odniesieniu do wielu czynników, jak np. promieni jonizujących. Opisał on natomiast szczególną wrażliwość ogona i skrzelii zewnętrznych kijanek na przeniesienie ze środowiska wody słodkiej do słonawej. Wskazał na zachodzące w tych warunkach odwodnienie organizmu, a wielką wrażliwość wymienionych organów tłumaczył m. in. ich cienkością, bogatym ukrwieniem i dużą powierzchnią kontaktującą z hipertonicznym środowiskiem zewnętrznym. Strahan obserwował poważne deformacje ogonów młodych kijanek, co tłumaczył przede wszystkim zahamowaniem zaopatrzenia w krew końca ciała. Stwierdził on także bardzo szybki, bo trwający zaledwie 1—2 godzin, zanik skrzelii zewnętrznych, który też był powodem śmierci większości kijanek. Wspomniany autor poprzestał raczej na danych opisowych, nie wnikając bliżej w mechanizm reakcji fizjologicznych. Dokładnie natomiast zbadali mechanizm regulacji osmotycznej u innego także południowo-azjatyckiego płaza *Rana cancrivora* Gravenhorst trzej fizjologowie: Gordon, Schmidt-Nielsen i Kelly (1961). Wybór tego materiału nie był przypadkowy, żaba ta bowiem, jak już wspomniano, wykazuje wyjątkową euryhaliczność, a równocześnie jest dostępna w dużych ilościach. Interesujące było porównanie jej wytrzymałości na zasolenie z tolerancją bardzo podobnego i posiadającego zbliżony zasięg geograficzny gatunku *Rana tigrina* Daudin. *R. cancrivora* zamieszkuje nadmorskie obszary ciągnące się od pld. Wietnamu do pld. Syjamu. Ponadto większość herpetologów zalicza do tego gatunku, jako odmiany, żaby żyjące na Malajach i w Indonezji. Dojrzałe żaby i wyrosnięte kijanki zbierano w zaroślach mangrowych Zatoki Syjamskiej około 60 mil na pld. wschód od Bangkoku. *R. tigrina* jest gatunkiem bardzo podobnym, ale dojrzałe osobniki ważą 150 g, podczas gdy u *R. cancrivora* ciężar ciała sięga zwykle 30 do 50 g. *R. tigrina* występuje licznie na zalanych polach ryżowych, poczynszys od pld. Chin do Malajów i zachodniej Burmy. Użyte do doświadczeń osobniki pochodziły z Nhatrang odległego o około 250 mil od Sajgonu. Oprócz badań dotyczących maksymalnych dopuszczalnych stężeń zasolenia dla kijanek i dojrzałych osobników *R. cancrivora* i *R. tigrina*, prowadzono także rozległe doświadczenia dotyczące zmian fizyko-chemicznych, po przeniesieniu do środowiska hipertonicznego. Doświadczenia te przeprowadzono w stałej temperaturze pokojowej i nie zaobserwowano różnic w tolerancji na zasolenie między samcami a samicami w obrębie danego gatunku. Do eksperymentów użyto naturalnej wody morskiej, jej rozmaitych roztworów (określano procent rozcieńczenia) oraz sztucznej wody słonej. Jako „100% wodę morską” przyjęto przybrzeżną wodę z pld. Wietnamu o zasoleniu 36‰ $\Delta = 2,0^{\circ}\text{C}$. Natomiast za stężenie standardowe „100% wody słonej laboratoryjnej” przyjęto zasolenie 35‰ $\Delta = 1,9^{\circ}\text{C}$. Równolegle prowadzono doświadczenie z wodą pochodzącą z Zatoki Syjamskiej, o identycznym zasoleniu. Badano między innymi zmiany zawartości chloru, potasu, sodu i mocznika w osoczu

krwi, zmiany temperatury ciała, różnice w odwodnieniu oraz mierzono bioprądy. Badano także wpływ różnych zasoleń na rozwój zapłodnionych jaj obu wymienionych gatunków. Wymienieni autorzy stwierdzili, że żaby te nie polykają większej ilości wody, nawet przy wysokim jej zasoleniu, skóra ich natomiast jest przepuszczalna dla wody. Właściwość tę stwierdził już wcześniej, bo w 1958 r., Urunga u skóry ropuch. Zaobserwowano także, że przy wzroście zasolenia środowiska wzrasta u *Rana cancrivora* ciśnienie osmotyczne krwi, tak że Δ osocza jest większa od Δ wody, w której umieszczono te żaby. Wzrost ciśnienia osmotycznego we krwi tych żab był wywołany przez zwiększenie koncentracji chlorku sodu o około 40% oraz stężenia mocznika o około 60%. Uremia występująca u dojrzałych osobników *R. cancrivora* prawdopodobnie związana jest z tym, że skóra tych żab jest względnie nieprzepuszczalna dla mocznika. Przeciwnie jest u typowych żab słodkowodnych (Przylecki, Opieńska, Giedroyc, 1922). Nieprzepuszczalność zewnętrznej powłoki ciała dla mocznika nie jest jednakże koniecznym warunkiem dla utrzymania jego wysokiego poziomu. Spodoustę utrzymują stężenie mocznika w osoczu ok. 0,1 M (*R. cancrivora* 0,48). Jest ono stałe, pomimo usuwania do otaczającego środowiska mocznika, którego niemal połowa wydalana jest poprzez skrzel. Zdolność do znoszenia wysokiej koncentracji mocznika wykazują także podczas letnich okresów suszy ryby dwudyszne (Smith, 1930) oraz afrykańskie platany *Xenopus* (Cragg, 1953). Także zwykłe żaby słodkowodne wykazują tendencję do podwyższania poziomu azotu w osoczu, przy wzroście zasolenia środowiska, co wykazał już Przylecki w 1922 r. Jednakże mechanizm fizjologiczny *R. cancrivora* jest odnośnie do tolerancji na zasolenie blisko trzykrotnie sprawniejszy niż analogiczny mechanizm działający u innych płazów. Dojrzałe osobniki tego gatunku po przystosowaniu do zasolenia 80% wody morskiej posiadają tak wysoką koncentrację, która in vitro wywołuje denaturyzację wielu enzymów (Elödi, Jecsai, 1960) i hamuje utlenianie hemoglobiny (Rossi-Fanelli, Antonio, Caputo, 1959). Muszą więc istnieć u *R. cancrivora* jakieś bliżej nieznane mechanizmy ochronne wymagające dalszych badań. Ponadto na wzrost ciśnienia osmotycznego u *R. cancrivora* duży wpływ ma niemal dwukrotne zwiększenie zawartości jonów mineralnych, a także innych, bliżej nie zidentyfikowanych, ale różnych od mocznika ciał osmotycznie czynnych. Δ moczu wzrasta wraz ze wzrostem Δ osocza, ale jest zawsze od tej ostatniej niższa. Monge wykazał w 1962 r. na peruwiańskiej ropusze *Bufo spinulosus*, że większość mocznika wydalą ona przez pęcherz moczowy. U *R. cancrivora* stwierdzono jednak doświadczalnie, że koncentracja mocznika w moczu jest zdecydowanie niższa niż w osoczu krwi. Nieco później bo w 1962 r., na tym samym gatunku płaza stwierdzili Schmidt-Nielsen i Lee, że w zasolonej wodzie ma miejsce ograniczenie wydalania mocznika przez redukcję ilości produkowanego moczu, jako efekt obniżenia zdolności filtracyjnej kłębuszków Malpighiego. Autorzy ci wykazali także, że w przeciwieństwie do spodoustych, nie występuje aktywna reasorpcja mocznika przez ściankę kanalik nerkowego. Pomiar bioprądów wykazały przenikanie nieorganicznych jonów przez skórę *R. cancrivora*, umieszczonej w wodzie o wysokim zasoleniu. Gordon, Schmidt-Nielsen i Kelly podkreślają uderzającą wprost konwergencję fizjologiczną między omawianą żabą a rybami spodoustymi. Jak wiadomo, u tych ostatnich sole mineralne zawarte w osoczu krwi stanowią połowę ich stężenia w wodzie morskiej, a związki organiczne, głównie mocznik, wywołują izotoniczność. Nie można jednak tu

mówić o całkowitej zbieżności, chociażby już tylko z tego powodu, że osocze krwi *R. cancrivora* jest hipertoniczne w stosunku do otaczającej wody słonej. Mechanizm regulacji ciśnienia osmotycznego u tych płazów znacznie odbiega od analogicznych mechanizmów występujących u morskich ryb kostnoszkieletowych i gadów. Ryby te bowiem piją wodę morską, a następnie wydalają jej nadmiar w postaci hipertonicznego moczu. Nie mając zdolności produkowania stężonego moczu wydalają one na drodze transportu aktywnego nadmiar soli przez skrzela. Stężenie płynów fizjologicznych w ich ciele jest hipotoniczne w stosunku do wody morskiej. U ryb słodkowodnych natomiast kierunek przenikania wody i soli jest przeciwny. Ryby w tych warunkach są hipertoniczne i na skutek tego woda wnika do wnętrza ich organizmów, a równocześnie pewna ilość soli przenika do otaczającej wody. Nadmiar wody jest wydalany w postaci hipotonicznego moczu. Ubytek soli jest uzupełniany na drodze aktywnej adsorpcji jonów w skrzelach ryb słodkowodnych (Schmidt-Nielsen, 1960). Gady morskie posiadają specjalny gruczoł przyoczny, który wydala nadmiar chlorku sodu w postaci silnie stężonego roztworu. Wynika stąd znany fakt ronienia przez żółwie morskie łez przy wychodzeniu w porze godowej na ląd. Mechanizm szczególnej odporności kijanek *R. cancrivora* na zasolenie nie został jeszcze w pełni poznany. Można przytoczyć pogląd autorów, że kijanek *R. cancrivora* metabolizm azotowy jest bardziej zróżnicowany niż u kijanek innych płazów. Fizjologiczna uremia, jaka towarzyszy wspomnianej już wielkiej tolerancji na zasolenie, nie pozwala na przyjęcie wyłączności amonotelizmu, tak jak to ma zwykle miejsce w rozwoju premetamorficznym. Autorzy stwierdzili równocześnie per analogiam do badań odnoszących się do osobników dojrzałych, że nie wydaje się prawdopodobne podobieństwo w mechanizmie wydalania soli do ryb kostnoszkieletowych. Niezwykłą tolerancję na zasolenie obserwowaną u kijanek autorzy ci tłumaczą wielką odpornością na wysoką koncentrację soli, głównie w płynie międzykomórkowym. Jednakże kolejna praca Gordona i Tuckera (1964) wniosła nowe dane na temat regulacji osmotycznej u kijanek. Badali oni wpływ zasolenia na rozwój zarodkowy i metamorfozę kijanek euryhalicznej *R. cancrivora* i morfologicznie zbliżonej, ale słodkowodnej *R. limnocharis*. Szczególną wytrzymałość na zasolenie wykazały kijanki *R. cancrivora* w stadiach III—XIX (według nomenklatury Taylor, Kollros). Mechanizm osmoregulacji u tych kijanek jest jednak według tych autorów podobny do tego, który występuje u euryhalicznych ryb kostnoszkieletowych (które, jak wiadomo, w hipertonicznym środowisku piją wodę, a nadmiar soli wydalają drogą pozanerkową). Tak więc na tle cytowanych poglądów Gordona i współpracowników możemy stwierdzić ich ewolucję odnośnie do mechanizmu wydalania soli u kijanek *R. cancrivora*. Stwierdzono, iż zarówno wczesne stadia rozwoju zarodkowego, jak też metamorfoza wymagają do swego przebiegu niższej koncentracji zasolenia. Wraz z metamorfozą ma miejsce zmiana mechanizmu osmoregulacji, tak że począwszy od stadium XXV jest on tego rodzaju jak u osobników przeobrażonych. Model osmoregulacji kijanek *R. limnocharis* jest identyczny jak analogiczny mechanizm u dojrzałych słodkowodnych płazów. Jednakże Strahan stwierdził, że np. u ropuch kijanki posiadające skrzela zewnętrzne są bardziej odporne na zasolenie. Zwykle bowiem śmierć następowała dopiero po ich zaniku. Osobniki przeobrażone, a więc nie posiadające skrzeli, nie mogą też produkować stężonego moczu, ponieważ także nie posiadają krętych cewek w nerkach. Tak więc zmniejsza-

szeniem możliwości wydalania nadmiaru soli można tłumaczyć obniżenie odporności na zasolenie po przeobrażeniu. Gordon, Schmidt-Nielsen i Kelly obserwowali również wpływ różnych koncentracji zasolenia na rozwój zarodkowy sztucznie zapłodnionych jaj *R. cancrivora* i *R. tigrina*, porównując go z rozwojem w warunkach naturalnych. Jaja pierwszego z tych gatunków okazały się bardziej odporne. Znajdowane były one bowiem na plażach morskich, gdzie stężenie oscylowało od 23‰ do 35‰. W laboratorium przeżywały one nawet zasolenie 39‰ (a więc 120‰ naturalnej wody morskiej). Jaja *R. tigrina* przy zasoleniu zarówno 0,5‰, jak 10‰ naturalnej wody słonej, rozwijały się w ciągu 18 godzin do stadium neuruli. Jednakże procent kończących prawidłowy rozwój był różny. Tak na przykład przy 5‰ n.w.s. wynosił on ok. 25‰, przy 10‰ n.w.s. tylko 10‰ (w porównaniu z 50‰ w wodzie słodkiej). 15‰ n.w.s. i wyższe stężenia wody morskiej zupełnie uniemożliwiały rozwój zarodkowy poza stadium gastruli. Tak więc badania laboratoryjne potwierdziły i rozszerzyły obserwacje terenowe. Następnie wymienieni autorzy omówili zachowanie się przeobrażonych żab należących do obu gatunków w wodach słonawych i słonych. Okazało się, że *R. cancrivora* wybiera wodę o niższym zasoleniu dopiero po przekroczeniu 18‰, natomiast bardzo do niej podobna, a tylko znacznie większa *R. tigrina* ginie już w wodzie słonawej o stężeniu przekraczającym 9‰. Przystosowanie do wzrastającego zasolenia środowiska nie powoduje u *R. cancrivora* tak gwałtownych zmian jak u *R. tigrina*. Różnice we względnym tempie utraty wody występujące między tymi dwoma gatunkami mogą być częściowo tłumaczone przez różnice w wielkości współczynników powierzchniowo-masowych. Interesujący jest fakt, że przy jednakowym zasoleniu środowiska znacznie wyższa jest koncentracja soli w osoczu *R. cancrivora* niż *R. tigrina*. Ta ostatnia jest typowym przedstawicielem żab słodkowodnych pod względem tolerancji na zasolenie i reakcji osmoregulacji. Stężenie soli w jej płynach ustrojowych jest niższe niż w wodzie morskiej (analogiczna hypotonia występuje u ryb kostnoszkieletowych). Wielka różnica w tolerancji na zasolenie między *R. cancrivora* i *R. tigrina* jest tym ciekawsza, że prawdopodobnie gatunki te są bardzo blisko ze sobą spokrewnione. Dlatego też interesujące były odpowiednie badania fizjologiczne, oprócz zwykle dominujących badań morfologicznych. Bardzo interesujące jest stwierdzenie Szarskiego (1962), że *R. cancrivora* stanowi jeden z nielicznych żywych przykładów siewiercowskiej aromorfozy i jako taki może dać początek bogatej radiacji ewolucyjnej. Za tą możliwością przemawia fakt występowania tego gatunku w pasie zarośli mangrowych południowo-wschodniej Azji. Formacja ta pochodzi z trzeciorzędu, jak stwierdzają na podstawie danych paleobotanicznych Gothan i Weyland (1964). Nadto *R. cancrivora* jest w praktyce jedynym występującym tam płazem. Stwarza to szczególnie korzystne warunki pokarmowe, przy jego wielkiej obfitości. Ta pewnego rodzaju izolacja, nawet gdyby była ograniczona tylko do okresu rozrodu, to i tak według Oduma wpływa korzystnie na wzrost liczebności danego gatunku poprzez zmniejszenie konkurencji innych, najbardziej zbliżonych gatunków. Jest to szczególnie istotne w odniesieniu do *R. cancrivora* ze względu na współistnienie z bardzo zbliżonymi gatunkami i odmianami. Fakt występowania licznych form pokrewnych w zachodzących wzajemnie zasięgach świadczy o młodości ewolucyjnej tego interesującego gatunku. Znane są przykłady stosunkowo bardzo szybkiego zróżnicowania się gatunku zwierzęcia, wprowadzonego do nowego siedliska na lokalne rasy.

Na skutek tzw. efektu styku w ektonie, tj. w strefie przejścia między biocenozami lądowymi i morskimi, występuje szczególnie wyraźna tendencja do wzrostu zróżnicowania gatunkowego i zagęszczenia. Dodatkową sprzyjającą okolicznością może być fakt, że w błotnistych terenach związanych z ujściami rzek i działalnością pływów morskich tworzą się często pułapki troficzne bogate w sole biogenne, których stężenie jest, jak wiadomo, czynnikiem ograniczającym liczebność organizmów. Ponadto właśnie azjatyckie namorzyny wyróżniają się szczególnym bogactwem gatunkowym i różnorodnością siedliskową, co przy prawdopodobnej ekspansji populacyjnej gatunku *R. cancrivora* powinno stanowić czynnik szczególnie sprzyjający szybkiemu zróżnicowaniu. Warto dodać, że zasięg zarośli mangrowych jest bardzo rozległy, sięga bowiem od 28° szerokości geograficznej północnej do około 33° szerokości geograficznej południowej. Areal zajęty przez te słonorośla stale powiększa się na skutek sedymentacji mułu na korzeniach podporowych i progresji w kierunku morza roślinnych komponent tych zespołów. Według obliczeń Westa (1956) całkowita powierzchnia namorzyn sięga ok. 100 000 mil². Jak wynika ze wspomnianych rumuńskich eksperymentów, także na terenie Europy można się spodziewać podobnej, jakkolwiek na mniejszą skalę, ekspansji euryhalicznego gatunku *Bufo viridis*.

Te przykłady z ekologii i fizjologii płazów są nie tylko niezwykle interesujące, ale posiadają ponadto określone znaczenie dla poznania procesów ewolucyjnych.

LITERATURA

- [1] Annandale N. — *The fauna of brackish ponds at Port Canning, Lower Bengal*, Part I, Rec. Indian. Mus., vol. 1; 35—43, 1907.
- [2] Baldwin E. — *Nitrogen excretion in the tadpoles of Xenopus laevis Daud*, Biochem. Journal. 61; 544—547, 1955.
- [3] Boulenger G. A. — *The tailless batrachians of Europe*, London, Ray Society, 2 vols., 1897—1898.
- [4] Bourret R. — *Les batraciens de l'Indochine*, Mem. Inst. Oceanogr. Indochine, vol. 6, 1—547, 1942.
- [5] Cragg (1953) wg Gordon and others, 1961 cit.
- [6] Darwin K. — *The origin of species ...*, American Ed., from 6th English Ed., New York, Appleton, 2 vols., 1899.
- [7] Dobrowolski J. — *Niezwykłe stanowisko żaby Rana graeca Blgr.*, Wszechświat z. 3, 77—78, 1967.
- [8] During (1901) wg Gordon and others, 1961 cit.
- [9] Elödi, Jecsai (1960) wg Gordon and others, 1961 cit.
- [10] Gordon M. S., Schmidt-Nielsen K., Kelly H. M. — *Osmotic regulation in the crab-eating frog (Rana cancrivora)*, Journ. Exp. Biology, 38, 659—78, 1961.
- [11] Gordon M. S. and Tucker V. A. — *Osmotic regulation in the tadpoleless of the crab eating frog (Rana cancrivora)*, J. Exp. Biol. 42, 437—445, 1964.
- [12] Gothan W., Weyland H. — *Lehrbuch der Paläobotanik*, Academia-Verlag, Berlin, 1964.
- [13] Hardy E. — *Newt larvae in brackish water*, Nature, vol. 151, 151, 1943.
- [14] Mertens R. — *Amphibia, Reptilia*, Die Tierwelt der Nord-und Ostsee XII, 1—20, 1926.

- [15] Monge C. — *Effect of bilateral ligature of ureters on the concentration of Sodium, Potassium, urea and total in the plasma of toads*, *Nature*, vol. 193, 1185—1186, 1962.
- [16] Odum E. P. — *Fundamentals of Ecology*, W. B. Saunders Company Philadelphia 5, Pa. 1959.
- [17] Pearse A. S. — *Concerning the development of frog tadpoles in sea water*, *Philippine Jour. Sci.*, vol. 6, 216—220, 1911.
- [18] Przylecki S. J. — *L'enchange de l'eau et des sels chez les amphibiens*, *Arch. int. Physiol.* 19, 148—159, 1922.
- [19] Przylecki S., J. Opieńska, J. Giedroyć — *L'excretion des substances azotées chez les grenouilles à différentes températures*, *Arch. int. Physiol.*, 20, 207—212, 1922.
- [20] Rossi-Fanelli, Antonio, Caputo (1959) Gordon and others, 1961.
- [21] Schmidt K. P. — *Amphibians*, *Geol. Soc. America Memoir* 67, vol. 1, 1211—12, 1957.
- [22] Schmidt-Nielsen K. — *Animal Physiology*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New York, 1960.
- [23] Schmidt-Nielsen K. and Lee P. — *Kidney function in the crab-eating frog (Rana cancrivora)*, *J. Exp. Biol.*, 39, 167—177, 1962.
- [24] Shaw, Tsen-Hwang — *Notes in specimens of Radde's toad Chefoo*, *China Journal*, vol. 20, 197—199, 1934.
- [25] Smith H. — *Metabolism of the lung-fish Protopterus aethiopicus*, *J. Biol. Chem.* 88, 97—130, 1930.
- [26] Stoitovici F., Pora E. A. — *Comportarea la variațiuni de salinitate, Nota XXX, Influența variațiunilor de salinitate și a factorului ecologic asupra supraviețuirii și mediului interior la Bufo viridis în diferitele perioade, a le anului*, *Stud. Cercet. Științ. Acad. Rep. Pop. Române Fil. Cluj.* 2., 159—219, 1951.
- [27] Storer T. I. — *A synopsis of the Amphibia of California*, *Univ. Calif. Publ. Zool.*, vol. 27, 1—342, 1925.
- [28] Strahan R. — *The effect of salinity on the survival of larvae of Bufo melanostictus Schneider*, *Copeia*, No 2, 146—147, 1957.
- [29] Szafer W. — *Ogólna geografia roślin*, PWN, Warszawa, 1964.
- [30] Szarski H. — *Plaży zdobywają nowe środowiska*, *Przegląd Zoologiczny*, VI, 3, 218—221, 1962.
- [31] Taylor E. H., Elbel R. E. — *Contribution to the herpetology of Thailand*, *Bull. Sci. Univ. Kans.* 38, 1033—1189, 1958.
- [32] West R. C. — *Mangrove swamps of the Pacific coast of Colombia*, *Ann. Asoc. Amer. Geogr.*, 46, 98—121, 1956.
- [33] Urunga J. (1959) Monge, 1962 cit.

WYSTĘPOWANIE CYTOCHROMÓW U SKORUPIAKÓW

Struktura i funkcja cytochromów została już dokładnie oznaczona u zwierząt wyższych, a zwłaszcza u kręgowców. Margoliash [5] w ciekawej pracy przedstawił strukturę cytochromu c ewolucyjnie u drożdży, tuńczyka, kurczęcia, królika, świnki morskiej, konia i człowieka. Białka wchodzące w skład tego cytochromu wykazywały strukturę homologiczną w sensie ewolucyjnym. Blisko spokrewnione gatunki wykazywały niewielkie różnice w sekwencjach aminokwasów, gdy natomiast u filogenetycznie odległych gatunków różnice te były znaczne. Jeśli chodzi o bezkręgowce cytuję autor jedynie prace dotyczące śmy i jedwabnika, brak jest natomiast wzmianki o ich występowaniu u skorupiaków. W ostatnich latach pojawiły się nowe prace opisujące występowanie cytochromów u rozmaitych skorupiaków.

Obecność cytochromu u skrzelonogów — *Branchiopoda* w mięśniach szczęki dolnej *Leptestheria mayeti* opisuje Fox [4]. Podobnie występuje on u muszloskorupowych — *Conchostraca*: *Caenestheria inapinata*, *Limnadia lenticularis* L. oraz u *Daphnia magna* Straus. Oznaczeń cytochromu u skorupiaków dokonywano metodą mikrospektroskopową. U badanych *Conchostraca* większość cytochromu występuje w mięśniach szczęki, mniej zaś u podstawy odnóży. Natomiast u *Daphnia* większość cytochromu występuje w mięśniach podstawy czulek oraz w mięśniach odnóży i sercu. Nie stwierdzono obecności cytochromu w jajach *Daphnia*. Przy długościach fali 500 $m\mu$ i 560 $m\mu$ autor oznaczył obecność cytochromów b i c, nie stwierdził natomiast obecności cytochromów a lub d.

Najliczniejszą grupą skorupiaków przebadanych na obecność cytochromów są dziesięcionogi (*Decapoda*). Pierwszą wzmiankę na ten temat zawiera praca Balla i Meyerhofa [1] z 1940 r. nad homarem — *Homarus americanus* Milne-Edwards. Stwierdzili oni dość znaczne ilości cytochromu a, b i c oraz oksydazy cytochromowej w mięśniach serca, a znikome ilości w mięśniach szkieletu i szczypiec.

Obszerniejsze badania nad przedstawicielami dziesięcionogów (*Decapoda*) przeprowadził Tappel [11]. Przebadął on trzy gatunki skorupiaków: kraba błękitnego — *Callinectes sapidus* Rathbun, homara — *Homarus americanus* Milne-Edwards i krewetkę — *Pandalus* sp. Do prób używał homogenizowanych mięśni bazopoditów, endopoditów, pleopodów i serca, które badał spektrofotometrycznie. U kraba w temperaturze pokojowej widmo uzyskane dla mięśni zginacza jest bardzo podobne do widma mitochondriów ssaków i mięśni płazów. Uzyskane długości fali 604 $m\mu$ odpowiadały obecności cytochromów $a + a_3$, zaś 560 $m\mu$ cytochromowi b i 550 $m\mu$ cytochromowi c + c_1 . Podobne wyniki uzyskał on również dla mięśni serca kraba, różnica występowała jedynie w stężeniu poszczególnych cytochromów. W niższej temperaturze identyfikacja jest wyraźniejsza, lecz uzyskuje się pewne różnice: przy 602 $m\mu$

Tabela 1

Występowanie cytochromów w tkankach skorupiaków

Rodzaj tkanki badanego skorupiaaka	Cytochrom						Oksyd. cyto- chrom	Autor
	a	a ₃	b	c	c ₁	d		
<i>Branchiopoda</i>								
<i>Leptestheria mayeti</i>								
m. szczęki	—		+	+		—		
<i>Conchostraca</i>								
<i>Caenostheria inapinata</i>								
m. szczęki	—		+	+		—		
<i>Limnodia lenticularis</i>								
m. szczęki	—		+	+		—		Fox, [4]
<i>Daphnia magna</i>								
m. podstawy anten	—		+	+		—		
m. serca	—		+	+		—		
m. nogi	—		+	+		—		
jaja	—		—	—		—		
<i>Decapoda</i>								
<i>Homarus americanus</i>								
m. serca	+		+	+			+	Ball i
m. szczypiec	+		+	+			+	Meyerhof,
m. szkieletu	+		+	+			+	[1]
<i>Homarus americanus</i>								
m. serca	+	+	+	+	—			Tappel,
m. nogi kroczej	+	+	+	+	—			[11]
<i>Homarus americanus</i>								
m. serca	+	+	+	+				Ramirez,
								[9]
<i>Homarus gammarus</i>								
m. nogi kroczej				+			+	
m. szczypiec				+			+	
m. ogona				+			—	
f. mitochondrialna				+			+	
<i>Nephrops norvegicus</i>								
m. nogi kroczej				+			+	Mattisson,
m. szczypiec				+			+	[6, 8]
m. ogona				+			—	
f. mitochondrialna				+			+	
<i>Carcinus maenas</i>								
m. serca	obecny cytochrom brak cytochromu							Smaridge,
m. szczypiec								[10]
<i>Callinectes sapidus</i>								
m. odnóży	+	+	+	+	+			
m. serca	+	+	+	+	+			Tappel,
								[11]
<i>Pandalus sp.</i>								
m. zginacza	+	+	+	+	+			
m. serca	+	+	+	+	+			
<i>Astacus pallipes</i>								
m. serca			+					Fox, [3]
wątrobotrzustka			+					
<i>Astacus astacus</i>								
m. nogi kroczej				+			+	
m. ogona				—				
m. szczypiec				+			+	Mattisson,
f. mitochondrialna	+	+	—	+			+	[6, 8]

Objaśnienie: + = stwierdzona obecność cytochromu, — = brak cytochromu, m. = mięśnie, f. = frakcja

oznaczono cytochrom $a + a_3$, przy $548,6 m\mu$ cytochrom c , przy $556 m\mu$ — c_1 i $562 m\mu$ — b . Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że mięśnie kraba zawierają duże ilości cytochromów $a + a_3$, a znacznie mniejsze cytochromu b .

W mięśniach pleopodów krewetki, przy długościach fali zbliżonych do otrzymanych dla kraba, również stwierdzono obecność cytochromu $a + a_3$, wysokie stężenie cytochromu b , nieco niższe c oraz c_1 . Długość fali $558 m\mu$ i $563 m\mu$ wskazywała na obecność dwu cytochromów typu b . Pierwszy z nich jest bardzo podobny spektralnie do cytochromu b występującego u ssaków. W mięśniach krewetki występowało również duże stężenie cytochromu $a + a_3$, natomiast mniejsze cytochromów b , c i c_1 .

U homara zidentyfikował autor występowanie cytochromów $a + a_3$, b i c . Nie stwierdził natomiast w mięśniach homara obecności cytochromu c_1 . Skład i stężenie cytochromów w mięśniach homara i kraba były prawie jednakowe. Homar, podobnie jak krab, miał bardzo wysokie stężenie cytochromów $a + a_3$, a o wiele mniejsze b i c . Cytochrom b został stwierdzony jedynie w 1/10 zawartości cytochromów $a + a_3$, których większe stężenie występowało w mięśniach nogi niż serca.

Przeprowadził autor również badanie cytologicznej lokalizacji cytochromów, występujących w mitochondriach i komórkach mięśni oraz badania kinetyczne nad cytochromami w niezniszczonych mięśniach. Redukcja w warunkach beztlenowych bursztynianu wykazała, że cytochromy są odpowiedzialne za przenoszenie elektronów do układów zawartych w mitochondriach.

Ostateczne wnioski z tej pracy to obecność oznaczonych u kraba, homara i krewetki cytochromów $a + a_3$, b i c . Cytochrom c_1 stwierdzono u kraba i krewetki, nie stwierdzono go natomiast u homara. Homar i krab miały niską zawartość cytochromu b w porównaniu do cytochromów $a + a_3$ i c , a zawartość cytochromów $a + a_3$ okazała się wysoka w porównaniu do cytochromu c .

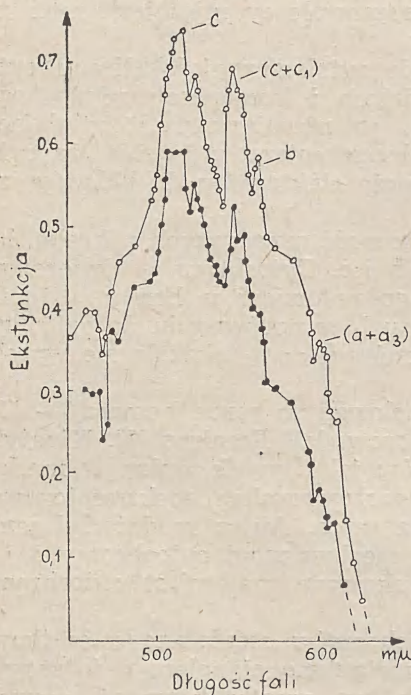
Ciekawe doświadczenie na całym izolowanym sercu homara — *Homarus americanus* Milne-Edwards przeprowadził Ramirez [9]. Kinetyka oksydo-redukcyjnych zmian cytochromów jako wynik zmian w mechanicznej aktywności została zbadana z zastosowaniem spektrofotometrii w specjalnej komorze obejmującej całe serce. Autor w doświadczeniu stwierdził, że podczas przyrostu pracy mechanicznej cytochromy a i c w mięśniu serca homara zostały zredukowane, natomiast cytochromy a_3 i b uległy utlenieniu.

Do identyfikacji cytologicznej cytochromów stosowano początkowo redukcję benzydyny, którą następnie zastąpiono cjanolem o intensywniejszym niebieskim zabarwieniu według zmodyfikowanej metody Dunna [2]. Pozytywną reakcję cjanolową w sercu kraba — *Carcinus maenas* L. wykazał Smaridge [10]. Uzyskał on również silne widma absorpcyjne cytochromu w badaniach mikrospektrofotometrycznych. W mięśniach szczypiec tego kraba reakcja z cjanolem była ujemna, a mikrospektroskopia wykazywała brak cytochromu.

W płynie zawartym w jelicie tylnym raka — *Astacus pallipes* Lareboullet Fox [3] stwierdził zawartość substancji o widmie absorpcyjnym przy długości fali $561 m\mu$ odpowiadającym obecności cytochromu b . Obecność tego cytochromu szczególnie zaznaczała się w mięśniu serca i wątrobotrzustce badanego raka.

Szczegółowe i porównawcze badania nad obecnością cytochromów oraz oksydazy cytochromowej u skorupiaków dziesięcionogich (*Decapoda*) przeprowadził Mattisson [6, 7, 8]. Do badań użył on następujących gatunków skorupiaków: homar — *Homarus gammarus* L., homarzec — *Nephrops norvegicus* L. i rak — *Astacus astacus* L. Oznaczenia obecności cytochromów w homogenatach mięśni badanych skorupiaków przeprowadził autor metodą spektroskopową. W mięśniach ogona raka nie stwierdził obecności cytochromu, mięśnie serca natomiast u badanych skorupiaków wykazywały dużą zawartość cytochromu c. Mięśnie przebadanych skorupiaków posiadały zdolność utleniania cytochromu c, co sugerowało obecność aktywnej oksydazy cytochromowej, której działanie we wszystkich przypadkach hamowane jest przez dodanie cjanku potasu.

Zawartość cytochromu c była różna w poszczególnych częściach badanych skorupiaków, jak i pomiędzy przebadanymi gatunkami. U *Homarus gammarus* L. największe ilości cytochromu c stwierdzono w mię-



Ryc. 1. Widma frakcji mitochondrialnej mięśni szczypiec i ogona homara — *Homarus gammarus* L., wykazane spektrofotometrycznie z zaznaczeniem występujących cytochromów przy redukowaniu ich dwutionianem -o-o-o-o- oraz askorbinianem ●-●-●-●-, (według Mattissona 1962).

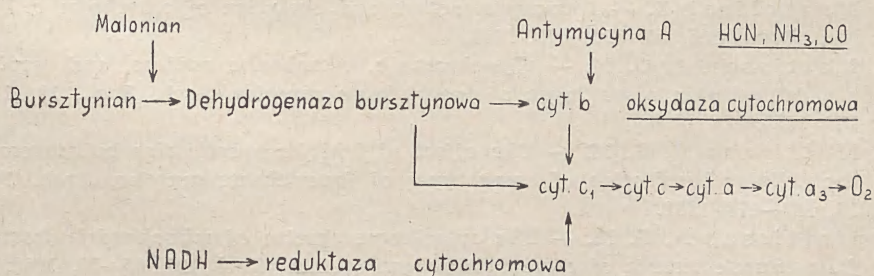
śniach nogi kroczonej a o połowę mniejsze w mięśniach szczypiec i ogona. U *Nephrops norvegicus* L. zawartość cytochromu c w nodze kroczonej była równa jego zawartości w szczypcach i ogonie homara, o połowę zaś mniejsza we własnych mięśniach szczypiec i ogona; takie same wyniki uzyskano dla *Astacus astacus* L. odnośnie do mięśni szczypiec i ogona. Ogon skorupiaków jest prawie całkowicie pozbawiony aktywności oksydazy cytochromowej, pomimo dużej kurczliwości jego mięśni. W związku zaś ze stałym poruszaniem nogami u *Homarus* i *Nephrops* mięśnie te wykazywały wysoką zdolność do utleniania cytochromu c

dzięki dużej aktywności oksydazy cytochromowej, jak również ze względu na dużą zawartość samego cytochromu c. Pomimo rozmaitych warunków zewnętrznych, z morskich skorupiaków szczególnie homarzec żyjący na dnie w błocie i rak zamieszkujący bieżące wody słodkie, bardziej napowietrzone nie wykazywały wyraźnej różnicy w zawartości cytochromu c przy rozmaitych stężeniach tlenu w środowisku.

W dalszej pracy Mattisson [7] przebadał rozmaite czynniki hamujące; inhibitory oksydazy cytochromowej, jak cjanek potasu, azydek sodu i tlenek węgla, związki wiążące miedź — dwuetylodwutiokarbaminian, tiomocznik oraz inhibitory reakcji pośrednich: malonian i antymycynę A. Badania autor przeprowadził na mięśniach szczypiec i ogona tych samych przedstawicieli skorupiaków dziesięcionogich (*Decapoda*), jakich użył w poprzedniej pracy. Wyniki wskazują na bardzo wysokie swoiste hamowanie oksydazy cytochromowej przez cjanek potasu i azydek sodu. Zjawisko to występuje już przy niskich stężeniach inhibitorów. W przypadku cjanu potasu w stężeniu 10^{-3} M efekt hamowania wynosił 88%, zaś przy 10^{-5} M — 78%. Również znaczne hamowanie obserwował autor w obecności tlenku węgla. Znacznie natomiast niższe hamowanie uzyskano w obecności dwuetylodwutiokarbaminianu w stężeniu 2 mM i 0,2 mM, jak również dla tiomocznika w stężeniu 0,1 M lub 0,01 M, które nie przekraczało 25%. Mięśnie tkanki szczypiec i ogona badanych skorupiaków podobnie reagowały na działanie inhibitorów, z tym że nieco niższy efekt był dla mięśni szczypiec. W przypadku malonianu dochodził on do 60%.

Układ redukujący cytochrom c u skorupiaków spowodowany jest przez nieznaną czynnik, który dotychczas nie został wyizolowany. Podobne swoiste działanie wywołuje antymycyna A, której dodatek powoduje utlenienie cytochromu c i redukcję cytochromu b. Mięśnie badanych skorupiaków okazują się bardzo wrażliwe na swoiste działanie antymycyny A. 2 μ g antymycyny A na gram tkanki redukuje jej aktywność oddechową do 50%. U *Homarus* i *Nephrops* mięśnie szczypiec wykazywały wysoką swoistość na działanie tej substancji. Natomiast u *Astacus* wyniki te były niższe i mniej swoiste dla mięśni szczypiec i ogona.

Użyte inhibitory blokowały końcową część łańcucha oddechowego według następującego układu:



Badane skorupaki wykazywały znaczny stopień swoistości w stosunku do inhibitorów oksydazy cytochromowej. W doświadczeniach ze stężeniami 10^{-3} M azydku sodu i z 10^{-3} do 10^{-5} M cjanu potasu otrzymano znaczne efekty hamujące oksydazę cytochromową w mięśniach przebadanych skorupiaków. Wydaje się, że mięśnie skorupiaków wyka-

zują wysoką zależność od układu cytochromowego. Układ ten prawdopodobnie odgrywa ważną rolę w końcowej części oddychania tkankowego.

W dalszym ciągu opracowań Mattisson [8] przebadął preparaty mitochondrialne z każdego gatunku skorupiaków użytych w poprzednich doświadczeniach. Stosowane metody to spektroskopia i spektrofotometria.

W spektroskopie przy niskiej temperaturze mitochondrialne preparaty mięśni szczypiec i ogona *Homarus gammarus* L. i *Astacus astacus* L. wyraźnie wykazywały obecność oksydazy cytochromowej. Również w preparatach mitochondrialnych badanych skorupiaków pasmo odpowiadające cytochromowi b stwierdzono jedynie u *Homarus*. U wszystkich natomiast przebadanych skorupiaków stwierdzono widmo absorpcyjne przy długości fali 605 m μ , odpowiadające obecności cytochromu $a + a_3$. Maksimum absorpcji cytochromu c stwierdzono u *Homarus* i od czasu do czasu bardzo nikielnie zjawiało się również u *Astacus*.

Z rozszczepienia promieni w spektrofotometrze stwierdzono u badanych skorupiaków odpowiednio wysoką zawartość cytochromu $a + a_3$. Aktywny udział cytochromów $a + a_3$ w oddychaniu tkankowym skorupiaków został uprzednio ustalony w doświadczeniach z inhibitorami. Skorupiaki widocznie przeprowadzają 90% lub nawet więcej swego oddychania komórkowego za pomocą oksydazy cytochromowej. Tak odpowiednio duże ilości cytochromów $a + a_3$ u skorupiaków wskazują na wysoką aktywność ich układu cytochromowego.

LITERATURA

- [1] Ball E. G., Meyerhof B. — On the occurrence of iron-porphyrin and succinic dehydrogenase in marine organisms possessing the copper blood pigment hemocyanin, J. Biol. Chem., 134, 483—493, 1940.
- [2] Dunn R. C. — A haemoglobin stain histologic use based on the cyanol — haemoglobin reaction, Arch. Path., 41, 676—677, 1946.
- [3] Fox H. M. — The haemoglobin of *Daphnia*, Proc. Roy. Sci. London, B, 135, 195—212, 1947.
- [4] Fox H. M. — The effect of oxygen on the concentration of haem in invertebrates, Proc. Roy. Sci., London, B, 143, 203—214, 1955.
- [5] Margoliash E. — Primary structure and evolution of cytochrome c, Proc. Nat. Acad. Sci., 50, 672—679, 1963.
- [6] Mattisson A. G. M. — Cytochrome c, cytochrome oxidase, and respiratory intensity in some types of invertebrate muscles, Arch. Zool., 12, 143—163, 1959.
- [7] Mattisson A. G. M. — The effect of inhibitory activating substances on the cellular respiration of some types of invertebrate muscles, Arch. Zool., 13, 447—474, 1961.
- [8] Mattisson A. G. M. — The cytochrome spectra of mitochondrie fractions from muscle tissues of some invertebrates, Arch. Zool., 15, 65—70, 1962.
- [9] Ramirez J. — Oxidation — reduction changes in lobster heart, Biochim. Biophys. Acta, 88, 648—650, 1964.
- [10] Smaridge M. W. — Distribution of iron in *Daphnia* in relation to haemoglobin synthesis and breakdown, Quart. J. Micr. Sci., 97, 205—214, 1956.
- [11] Tappel A. L. — Cytochromes of muscles of marine invertebrates, J. Cell. Comp. Physiol., 55, 111—126, 1960.

ANATOL LISTOWSKI

UWAGI O ZMIENNOŚCI I EWOLUCJI

1

Powierzchozna nawet obserwacja pozwala na wniosek, że zmienność przyrody żywej ma charakter nieciągły, co oznacza, iż organizmy żywe zgrupowane są w ramach zbiorów rozłącznych rozciągniętych w czaso-przestrzeni.

Dalsza obserwacja wskazuje, że stopień rozłączności różnych zbiorów i ich wzajemna rozróżnialność ma różny charakter i różne nasilenie oraz że nieciągłość występuje na różnych poziomach, co sprawia iż „niższe” zbiory nieciągłe dają się grupować w „wyższe”, a te z kolei w jeszcze „wyższe”. Zbiory nieciągłe różnych poziomów opisywane są i wydzielane jako rodziny, rodzaje, gatunki, odmiany, rasy, itd. Nie wchodząc w rozważania nad kryteriami wydzielania czy ujmowania zbiorów nieciągłych, pozwolę sobie tu jedynie na krótką uwagę.

Opisywane, wydzielane i hierarchizowane przez nas zbiory nieciągłe — z jednej strony odbijają rzeczywistą nieciągłą zmienność przyrody ożywionej, z drugiej mają w tym czy innym stopniu charakter konwencjonalny. Czysto konwencjonalnym z wielkich systemów klasyfikacyjnych był system Linneusza. Ten sam konwencjonalny charakter, z innych naturalnie powodów, mają i dzisiaj jeszcze różne klucze botaniczne czy opisy odmianowo-rolnicze.

Podstawowym kryterium klasyfikacyjnym, szczególnie w odmianoznawstwie rolniczym jest wygoda, a więc łatwość i możliwie daleko posunięta pewność w odróżnianiu jednej odmiany od drugiej.

Systemy budowane na ideach ewolucyjnego transformizmu, wprowadzając element powstawania i rozchodzenia się szeregów zmienności w czasie i w przestrzeni, opierały ujmowanie zbiorów na podstawach, jak to nazywano „naturalnych”, a więc „rzeczywistego pokrewieństwa”. Dyskusje na temat realności czy też stopnia realności wydzielanych zbiorów były i są jeszcze gorące. Jest rzeczą interesującą, że wieloletnie usiłowania jednoznacznego rozumienia pojęcia np. gatunku czy rodzaju zawiodły. Nie ulega wątpliwości, iż wydzielane jednostki klasyfikacyjne mają często, a może nawet zawsze pewien stopień konwencjonalności, niemniej nieciągłość strukturalna zbiorów organizmów żywych jest faktem realnym, podobnie jak i ich różnostopniowość.

Wielość zbiorów narzuca wniosek o istnieniu i działaniu mechanizmów zmienności tę zwiększających. Rozłączność zbiorów przemawia z kolei za istnieniem mechanizmów utrzymujących stałość danego typu — a więc „przerw” między typami (zbiorami nieciągłymi).

2

Ujmowanie zmienności przyrody ożywionej w postaci zbiorów nieciągłych jest bardzo stare. Wyróżnianie i opisywanie takich zbiorów zapoczątkowało naukę o roślinach i zwierzętach. Wielość i różnorodność zbiorów nieciągłych w ramach kreacjonizmu była w pełni zrozumiała.

Dzisiejsza oczywistość transformizmu, oczywistość w pełni aprobowana nie tylko przez biologów, ale nawet przez teologów, nie ma wcale dawnego rodowodu — jest dzieckiem drugiej połowy XIX w.

Przyjęcie transformizmu nie zamknęło naturalnie, lecz właściwie dopiero otworzyło problematykę powstawania gatunków, postawiło bowiem w całej rozciągłości pytanie, czym są mechanizmy zmiennościowe, jak działają i co je ogranicza.

Zjawiska, których wynikiem jest poszerzanie się przedziałów zmienności dziedzicznej i w których można by dopatrywać się mechanizmów zmienności wywołujących i zwiększających, mogą zachodzić: na poziomie jądra komórkowego (mutacje genowe i chromosomalne oraz rekombinacje), na poziomie organizmu (różne strukturalne przystosowania zwiększające stopień obcypylności jak i samobezpłodność), na poziomie populacji (wysoki stopień panmiksji oraz wchłaniania mutantów).

Do mechanizmów, których efektem działania jest ograniczenie zmienności, a więc stabilizujących odrębność zbiorów, można zaliczyć te wszystkie, które prowadzą do ograniczonych populacji, z kolei zmniejszają szanse ukazywania się plus wariantów w ramach mutacji czy rekombinacji, wreszcie zmniejszają ciśnienie mutacyjne. Każda mutacja zmienia skład genowy danej populacji i teoretycznie wzbogaca o możliwość nowych rekombinacji. Stąd pytanie jaka jest szansa, że nowy gen ujawnić się może na poziomie fenotypu?

Jest rzeczą wielokrotnie stwierdzoną, że większość mutantów pojawiających się w ramach dużego zbioru ma w ramach układu selekcyjną wartość minus wariantów.

Jeżeli jednak w wyniku mutacji $A \rightarrow a$; „a” ma niższą żywotność niż A, ale ujawniającą się dopiero w homozygotcie, to AA i Aa będą się rozwijały jednakowo. Granicą natomiast dla stopnia koncentracji „a” jest powstawanie zygot aa. Subletalny gen „a” zostanie jednak eliminowany dopiero w homozygotcie, a tak jest najczęściej. Mutant — minus-wariant w danym układzie zostaje więc zmagazynowany w populacji. Znaczenie tego zmagazynowania, wchłonięcia dla zmienności ewolucyjnej jest chyba duże, oznacza bowiem potencjalną możliwość rozszerzenia się zmienności, a więc i przystosowania się do różnych warunków.

Równocześnie jednak obserwuje się i proces odwrotny, polegający na „utracie” genu, występujący w populacjach o ograniczonej liczbie osobników. Czynniki ten ma charakter losowy i w bardzo dużych populacjach zdąża do zera.

W populacjach ograniczonych (a takich jest większość) można obliczyć szanse wypadania, tj. utraty genu. Fischer obliczył, że na przykład na 10 000 mutantów o charakterze neutralnym z punktu widzenia działania selekcji w ciągu 3 pokoleń ulega eliminacji 6259. W wypadku — minus-wariantów eliminacja jest szybsza.

W procesie utraty genu można widzieć silnie działający czynnik antyzmiennościowy, stabilizujący.

Jeszcze silniejsze jest niewątpliwie działanie selekcji.

Selekcja jest mechanizmem segregującym, a równocześnie ograniczającym i eliminującym wszystkie minus warianty. Jako czynnik segregujący ujawnia ona zmienność wewnątrzpopulacyjną, jest przyczyną rozpadania się szerszej populacji na węższe, oddzielone od siebie barierami różnej wysokości i różnego charakteru.

Wynikiem jest zmniejszanie się zmienności i stabilizacja biotypów, przy czym oba te procesy występują tym silniej i tym szybciej działają, im silniejsza jest selekcja.

3

Od dawna genetycy przyjmowali, na co mieli wiele ładnych przykładów, iż stosunek genu do cechy nie jest stosunkiem prostej współzależności. Dzisiaj wiemy, że cechy występujące na poziomie zintegrowanego organizmu są rezultatem złożonego współdziałania całego środowiska genowego.

Poprzez replikację DNA ma miejsce przeniesienie zapisu genetycznego na następne pokolenie, a jednocześnie powielenie go w ciągu ontogenezy na wszystkie komórki somatyczne, co decyduje o omnipotencjonalności poszczególnych komórek. Informacyjne RNA syntetyzuje się w jądrze na matrycy DNA. Stąd DNA jest nosicielem nie tylko informacji genetycznej, ale i rozwoju w ontogenezie, łącznie z sekwencją przemian właściwych danemu typowi rozwojowemu.

Stabilność genotypu wymaga stabilności informacji genetycznej, a więc stabilności: replikacji DNA, syntezy m-RNA, kodowania białek, a więc także utrzymywania się specyficznej przemiany materii i właściwej sekwencji w procesach różnicowania się i wzrostu, łącznie z powstawaniem specyficznych struktur w morfogenezie. Otóż nie ulega wątpliwości, że warunkiem zmienności dziedzicznej jest możliwość powstawania „błędów” nie tylko w kodowaniu białek, przy syntezie m-RNA, ale przede wszystkim replikacji DNA, „błędów” w sensie możliwości odchylenia w matrycy. Odchylenia te (mutacje) mogą polegać na zmianie zasady w danym tryplecie na inną, niekiedy równocześnie na „wstawieniu” czy „wypadnięciu”, co w danym wypadku jest zmianą dalej idącą, gdyż pociąga za sobą zmianę sensu następnych trypletów. „Błędy” więc powielania DNA byłyby podstawową przyczyną zmienności dziedzicznej, jako że rzutują one z jednej strony na mechanizm dziedziczenia, z drugiej — na syntezę m-RNA i wreszcie na skład genowy populacji. Błędy te dają naturalnie różne efekty, od letalnego do +wariantu. Ze zrozumiałych przyczyn liczba błędów, w swych konsekwencjach dająca odchylenia ujemne (—warianty) do letalnych, jest wielokrotnie większa. Eliminacja minus wariantów ma miejsce nie tylko naturalnie na poziomie organizmu, a więc w ramach populacji osobniczej — ale i znacznie wcześniej, na pierwszych etapach rozwoju zygoty bądź jeszcze wcześniej, w obrębie populacji gamet lub w procesie tworzenia się gamety.

Błędy replikacji eliminowałyby się więc na różnych poziomach. Im później, tym silniejszy byłby efekt selekcyjny (+ czy — wariantu). Liczba błędów jest naturalnie większa od tej, jaka ujawnia się na poziomie mutantów, o ile większa — tego obliczyć się, jak dotąd, nie da.

Błędy nie są chyba liczne, w każdym razie znaczna ich większość nie daje efektu. Dzieje się tak dlatego, iż oprócz już wymienionych me-

chanizmów stabilizujących są jeszcze inne. Wynikać one mogłyby z tego, że ponieważ tryplety zawierają w sobie nadmiar informacji — istnieje możliwość alternatywnych rozwiązań — i część błędów zostaje w swych skutkach zneutralizowana poprzez rekonstrukcję właściwej informacji na innej drodze. W związku z powyższym nasuwają się jeszcze dwie uwagi przemawiające za systemami ochronnymi, owymi mechanizmami działającymi na rzecz stabilizacji.

Sterowanie ontogenezą odbywa się poprzez DNA, przy czym zapis byłby czymś w rodzaju pamięci z zaszyfrowaną, właściwą danej strukturze biologicznej sekwencją etapów ontogenezy, a więc i kolejnością uaktywniania się poszczególnych genów regulatorów. „Błędy” mogłyby rozciągać się na działanie genów — regulatorów, nadto występowałyby przy syntezie m-RNA i przy kodowaniu białek. Częstotliwość tych ostatnich nie byłaby chyba mniejsza od tych, które pojawiają się przy powielaniu DNA. Otóż można by sądzić, że odchylenia te mogłyby być źródłem zmian w procesie ontogenezy. Tymczasem właściwy danej strukturze biologicznej model rozwoju wykazuje dużą stabilność i specyficzność, mimo że różnego typu regulatory działające w procesach inicjacji, jak i w przebiegu kolejnych etapów morfogenezy czy też funkcjonalnego stawania się organizmu nie są specyficzne. Ta stabilność skłania do sądu, iż konsekwencje „błędów” syntezy RNA, jak i kodowania są w jakiś sposób osłabione, czy też niwelowane przy przekazywaniu informacji, jak i przy realizowaniu jej przez następne ogniwa. Można założyć, na co są już dowody doświadczalne (np. przy analizie procesów indukujących kwitnienie czy wychodzenie ze spoczynku u roślin), iż dzieje się tak na skutek funkcjonowania rozwiązań alternatywnych.

Opisywane często mutacje somatyczne występują normalnie w postaci „inkluzji” komórkowej w tkankach z komórek niezmutowanych. Mutacje somatyczne, będące wynikiem błędów replikacji, najczęściej nie ujawniają się, tj. nie wywierają wpływu, który byłby uchwytyny w postaci odchyłeń rozwojowych, morfologicznych lub funkcjonalnych, i to właśnie chyba w wyniku działania systemów ochronnych. Można by je nazwać „integracją wewnętrzną” lub „korelacją wewnętrzną”, co naturalnie niewiele mówi o tym, czym są systemy ochronne, ani też jak one funkcjonują.

4

Zmienność nie jest jeszcze ewolucją, mimo iż ją warunkuje. Możemy sobie wyobrazić zbiór dowolnie duży ($n + 1$) z bardzo dużą liczbą wariantów, ale tak ułożonych, że ich częstotliwość w przedziałach klasowych po obu stronach średniej będzie ta sama. Jeżeli założyć jednakową przeżywalność tych małych zbiorów klasowych, to ów duży zbiór jako symetryczny będzie zupełnie ustabilizowany. W pojęciu zmienności ewolucyjnej tkwi nie sam fakt zmienności, ale pewna kierunkowość, to, co po angielsku zamyka się w słowie „shift”, jakiś trend długotrwały i nasilający się w swym wyrazie różnicującym i coraz bardziej specyficznym (czy specyficznie różnicującym).

Właściwie tkwi w pojęciu tym jeszcze więcej, coś, co można by określić jako zmienność nie tylko kierunkową, ale także postępującą, a więc coś, co sprawia, że o ewolucji mówi się w kategoriach „wznoszenia” czy „doskonalenia”. Drogi ku czemuś, co będzie „doskonalwsze” od

tego co było, a więc jest jakimś etapem ku czemuś „pełniejszemu” czy „sprawniejszemu”. Myślenie ewolucyjne jest dzisiaj na tyle powszechne i oczywiste, że zapomina się, iż transformizm jest koncepcją stosunkowo niezbyt dawną. Ewolucjonizm jest dzieckiem XIX wieku, ściślej tej części XIX wieku, która dała Europie długi okres pokoju, liberalizmu, również rozwoju nauki, okresu pełnego optymizmu, a równocześnie naiwnej (niestety) w naszych oczach wiary w postęp i w scjentystyczne wizje świata, uznawane za pewne, gdyż oparte o wiarę w odkrywane obiektywne prawa rządzące przyrodą i rozwojem społeczeństw. Ewolucjonizm dzisiejszy zachował wciąż wiele z tych czasów.

Może jeszcze jedna uwaga. Owe tkwiące w człowieku odczucia czy też pragnienia „pochodu ku górze”, ów mit postępu czy doskonalenia nie narodził się z teorią ewolucji.

Jest to chyba bowiem bardzo stara idea, tak stara jak ludzkość sama, jak owo przekonanie, iż człowiek jest czymś doskonalszym od innych stworzeń, a równocześnie niedoskonałym (grzesznym), a więc istotą, która może i powinna iść po drodze doskonalenia się. Ta uparta idea, idąca poprzez różne systemy religijne, filozoficzne, utopie i reformy społeczne, ta sama idea w jakimś stopniu wpłynęła na ukształtowanie się ewolucjonizmu i w nim również znajduje jeden ze swych wyrazów.

Bardzo liczne a na różnorodnym materiale oparte badania paleozoologiczne, paleobotaniczne i geologiczne pozwalają nakreślić prawdopodobny obraz filogenezy, a także przesunąć znacznie dalej moment zapoczątkowania biogenezy, niż to poprzednio przypuszczano:

Najstarsze skamieliny znane są z wczesnego kambru, a więc z okresu około 600 mln lat temu, co wynosiłoby 1/5 wieku Ziemi. Obecnie w oparciu o analizę najstarszych skał sądzi się, że początku ewolucji organicznej, a więc początków życia należy szukać znacznie wcześniej — 2,0 do 2,5 miliardów lat temu. Byłoby to naturalnie życie jeszcze bardzo proste, ale byłyby to jednak „organizmy”, rozwijające się w ówczesnych beztlenowych warunkach, z których po pojawieniu się tlenu w atmosferze rozwinęły się dopiero tlenowce.

Stwierdzono obecnie, iż zapis informacji genetycznej, a więc kod i mechanizm kodowania jest ten sam dla wszystkich organizmów — od wirusa i bakterii do człowieka, co świadczyłoby o jednym modelu układów życiowych. Wydaje się prawdopodobne, jak przypuszcza Crick, że kod obecny uległ ewolucji w kierunku zwiększania się jego złożoności przy równoczesnym zwiększaniu się stopnia zbalansowania. Układy oparte na 20 aminokwasach widocznie okazały się rozwiązaniami zoptymalizowanymi i dodawanie dalszych nie mogło już wpłynąć na zwiększenie sprawności modelu. Zmienność więc ewolucyjna kodu, który w swym okresie pierwotnym przedstawiał sobą układ kodujący poprzez nieliczne tryplety, nieliczne aminokwasy, „doszła” do znanego nam układu „20”, na którym to poziomie kod został „zamrożony”. Te fakty przemawiają m. in. za hipotezą, iż powstawanie życia było raczej procesem jednorazowym.

Drzewo życia jest bujnie rozgałęzione, z tym, że można by wyróżnić jakiś nurt dający wciąż odgałęzienia kończące się ślepo, a więc niejako kończące się wygasaniem zmienności ewolucyjnej (zważanie możliwości zmienności). Taki obraz nasuwa nam filogenetyczna transpozycja badań nad organizmami widziana w „studni czasu”. Można wysunąć z nich jeszcze dalszy wniosek, a mianowicie, iż niektóre jedynie gałęzie,

albo, jak pisze Teilhard du Chadrin, jedna, na której szczycie znajduje się człowiek, zachowałaby pełen potencjał ewolucyjny, będąc tą — używając poetyckiego języka Chardina — strzałą skierowaną ku ...

Jest rzeczą naturalną, że przyjęcie istnienia ewolucji nie od razu musi rodzić pytania, ku czemu ona zmierza. Pytania bowiem mogą być dwojako formułowane: ewolucja „ku czemu” i „od czego”? Zajmowanie jednego z tych dwu stanowisk może przy tym, i tak najczęściej bywa, nie wpływać na metodę i wyniki uzyskiwane w badaniach nad dostępnymi nam dzisiaj ciągami ewolucyjnymi, najczęściej więc w zakresie mikroewolucji, czy w opisach ciągów makroewolucyjnych opartych o analizy resztek kopalnych. Stąd możliwość istnienia trzeciego stanowiska: ograniczanie się do badań (aktualnie możliwych) zmienności kierunkowej bez wysuwania hipotez generalnych.

Hipoteza ewolucji od czego, jak się wydaje, powinna zakładać, iż każdy poprzedzający etap nie tylko determinuje następny, ale że następny niejako w poprzednim się znajduje, choćby w postaci potencjalnej. Aby uczynić zadość pewnym stanowiskom, można by rzec, iż ewolucja wyszła „z ruchu materii” (jako zasady niesprawdzalnej naturalnie, a więc aksjomatycznie przyjętej). Jeżeli jednak uznać, że każdy poprzedni etap nie determinuje w całości jednoznacznie następnego, co jest logiczniejsze i co wynika choćby z dichotomicznego wciąż rozgałęzienia się „drzewa życia”, to w takim wypadku możliwy jest wybór. Wobec tego z etapu poprzedniego nie wynika konieczność kierunku i struktury następnego, ale jedynie możliwość, a więc w najlepszym razie prawdopodobieństwo. Możliwa byłaby więc więcej niż jedna alternatywa. Jeżeli przyjąć jednak, że tylko jedna z możliwych alternatyw zawiera w sobie „pełny potencjał ewolucyjny”, co wynikałoby, jak się wydaje, z „widzianych” ciągów ewolucyjnych, to zjawia się znów pokusa, logiczna zresztą, postawienia pytania „ku czemu zdąży ewolucja”?

5

Kończąc tę zbyt daleko idącą dygresję powracam na tor trzeciego neutralnego — „metodycznego” ujęcia, tzn. nie stawiając (na razie przynajmniej) dalszych pytań.

Przykłady w zakresie mikroewolucyjnych zmian są liczne i wiele z nich opracowano na obiektach (jak np. *Drosophila*, *Antirrhinum*, *Petunia*, *Hordeum* i inne) doskonale genetycznie poznanych. Liczne doświadczenia z indukowanymi mutacjami wyjaśniają również wiele zjawisk odnoszących się do przebiegu mikroewolucji. U roślin znane są liczne gatunki różniące się liczbą chromosomów, szczególnie interesujące są licznie występujące w przyrodzie szeregi poliploidalne.

Obserwacja zbiorów (gatunków) należących do takiego ciągu, analiza ich cech i właściwości fizjologicznych pozwala na wyciąganie wniosków na przykład co do współzależności między zmiennością czy wielokrotnością podstawowej liczby chromosomów a cechami — ciągu o trendzie kierunkowym, wyrażnie więc typu ewolucyjnego. Ogromny jest już dzisiaj materiał obserwacyjny i doświadczalny analizujący zmiany uzyskiwane w wyniku mutacji. W swej większości losowe, mogą one być w tym czy innym stopniu indukowane, co oznacza jednak określony stopień współzależności między bodźcem a skutkiem, a więc mają charakter bodaj częściowo kierunkowy. Wreszcie rozporządzamy również

materiałem obserwacyjnym, niejednokrotnie bardzo przekonującym, w ekologii, gdzie przedmiotem analiz są gatunki, a więc nieciagle szeregi zmienności różniące się od siebie wieloma cechami typu przystosowawczego, o których można sądzić, że powstały w wyniku segregującego działania selekcji. Nie sądzę, żeby przykłady te należało tu cytować; znaleźć je można w każdym podręczniku nie tylko ekologii, ale i botaniki czy zoologii. Sprawą może ważniejszą jest nie to, że możemy podać szereg przykładów dla cech przystosowawczych czy form przystosowawczych, ale to, że zaczyna się wątpić, czy szereg cech lub właściwości przystosowawczych są nimi rzeczywiście, czy są więc wyrazem specjalizacji, a więc jakiegoś daleko posuniętego procesu zmienności kierunkowej.

Nie trzeba zapominać, że każdy organizm, jeżeli żyje, rozwija się i rozmnaża, jest organizmem przystosowanym, z czego wcale nie należy wyciągać wniosku, iż każda jego cecha bądź właściwość ma to samo piętno przystosowawcze, i to na każdym etapie rozwoju. Te same „zadania” mogą być rozwiązywane w ramach różnych struktur (czego dowodem jest choćby różna budowa kwiatów owadopylnych). Sądzone na przykład, aby podać choćby jeden przykład, że typ budowy zygomorficznej korony kwiatowej można traktować jako przystosowawczy z punktu widzenia zapylania owadami. Okazało się jednak, że u roślin wiatropylnych można znaleźć kwiaty o takiej strukturze. Innym przykładem może być powstawanie analogicznych bądź zbliżonych struktur w wyniku reakcji na różne warunki, np. na suszę glebową i na intensywne warunki świetlne, na krótki dzień, na ultrafiolet itd. Upraszczamy, szukając w przystosowaniach dowodów na ścisłe związki między środowiskiem a formą i funkcjonalnością organizmu, gdyż pobieżna nawet obserwacja otaczającego nas świata wskazuje, że w tych samych warunkach żyją z równą szansą organizmy o bardzo różnych strukturach.

Kończąc tę dygresję, raczej jedynie zaznaczoną, wracam do głównego nurtu rozważań.

W mutacjach plus selekcja, łącznie z dodatkowymi mechanizmami zmienności w populacji — wchłanianiem (i utratą) genu należy widzieć właściwy mechanizm powstawania i rozszerzania się zmienności, jak i wytwarzanych w wyniku rozchodzenia się szeregów zmienności zbiorów nieciągłych. Ten sam więc mechanizm odpowiedzialny jest za ewolucję. Wniosek ten, w chwili obecnej, wydaje się jak najbardziej powszechnie przyjęty. Progresywno kierunkowe tworzenie się zbiorów nieciągłych rozmieszczonych w czasoprzestrzeni, a więc typu makro i mega różnicowania się, określanego mianem ewolucji, byłoby więc przede wszystkim wynikiem „błędów” replikacji. Wynikiem więc „błędów” byłoby powstawanie wyjściowego materiału zmiennościowego, który z kolei podlegałby selekcyjnemu rozwarstwieniu się.

Należy przy tym pamiętać, że owe błędy byłyby najczęściej minus wariantami, ulegałyby więc eliminacji nie dochodząc do poziomu fenotypu. Ponadto, że „błędy”, niezależnie od znaku, w znacznym procencie byłoby również eliminowane w procesie utraty genu oraz że nie znamy innych mechanizmów, że nie wiemy nawet, jakby je sobie wyobrażać. Można natomiast przytoczyć wiele przykładów zmienności kierunkowej, eksperymentalnie uzyskanej, która tłumaczy się w ramach tej koncepcji.

Należy jednak pamiętać, że wszystkie te dane mówią o ciągach krótkich, nie przekraczających pewnych przedziałów zmienności, a więc najczęściej leżących w zasięgu tzw. mikroewolucji, rzadko o tych zbliżonym do różnic, które określamy już jako makroewolucję.

Zachodzi więc pytanie, czy mechanizmy uznane za przyczynę zmian mikroewolucyjnych można uważać za wystarczające dla tłumaczenia makro- a szczególnie mega-ewolucji?

Istnieje dość rozpowszechniony pogląd, że to jest możliwe, pod warunkiem jednak przyjęcia pewnych dodatkowych, choć w gruncie rzeczy bardzo istotnych hipotez, a mianowicie: że zmiany makro- i megaewolucyjne są sumą szeregu drobnych mutacji idących, jakby można powiedzieć, wzdłuż pewnego gradientu kierunkowego, a więc kumulujących się w swym efekcie różnicującym, w wyniku czego na bardzo długich okresach czasu może dojść do tak dużego rozejścia się szeregów zmienności.

Z jednej strony odkrycia paleobiologii i oparte na niej hipotezy rekonstruujące filogenezę, z drugiej strony wyniki anatomii porównawczej i embriologii w zakresie homologii rozwojowych pozwoliły na narysowanie wielkich ciągów ewolucyjnej zmienności kierunkowej z dużym stopniem prawdopodobieństwa. Czy są one przyczynowo wytłumaczalne w ramach przytoczonej hipotezy?

W każdym razie można mieć tu duże wątpliwości.

Przyjęcie takiej wielostopniowej, schodkowo działającej mutatywności z określonym gradientem kierunkowo ustawionym, rozciągniętym na długich przedziałach czasowych wymaga uznania, że jednocześnie wzdłuż tej drogi rozstawione są różnorakie zbiory nieciągłe, żyjące, zbalansowane i przystosowane. Są one z jednej strony strukturami „zbalansowanymi w pełni” (bo żyją i rozmnażają się), a więc wytworami mechanizmów stabilizującej zmienności nieciągłej. Z drugiej strony równocześnie są istotami „pośrednimi”. Ale przecież termin ten nic nie oznacza, chyba, że przyjmuje się od razu jakiś kształt finalny, jakiś stopień pośredniości w stosunku do czegoś, co ma być, albo jako wyraz czegoś nieustabilizowanego i niezharmonizowanego, co znów byłoby sprzeczne z zasadą, iż organizm jest zintegrowaną całością. Ujrzenie czy uzmysłowienie sobie takiego właśnie obrazu usprawiedliwia pojawienie się znów pytań w rodzaju — skąd ten gradient i co byłoby jego motorem — od czego więc i ku czemu idący? Stawiając takie pytanie wychylamy się więc znów poza hipotezę samą, która miała być już odpowiedzią — a wychylając się pozostawiamy ją niejako poza sobą.

6

Jednym z wyraźnych ciągów ewolucyjnych widocznych w roślinnym modelu organizmu, jest dokonywające się przesunięcie stosunku między 2X a X pokoleniem w kierunku stopniowej redukcji samodzielności X pokolenia, osiągającej swój punkt szczytowy u tzw. roślin wyższych. Redukcja ta idzie w parze z przeniesieniem się organizacji i funkcji organizmu w ontogenezie głównie na układ somatycznie diploidalny. Nie można więc o tej przemianie mówić tylko w aspekcie organów rozrodczych, ale jako o procesie przerzucającym cały system regulacji i integracji ontogenetycznej z układu X na układ 2X z równoczesną jego rozbudową. Nie przeczy temu fakt, iż eksperymentalnie uzyskane

haplonty, mimo niższej żywotności, są zdolne do życia i wykazują ten sam w zasadzie charakter modelu ontogenezy. Chciałbym zwrócić uwagę, że cały ten długi ewolucyjny proces przemian nie ma cech adaptacyjnych.

Wydaje mi się, iż przykład ten odzwierciedla częściowo jeden z ważnych ciągów ewolucyjnych, a mianowicie zwiększenie się stopnia organizacji.

Nie pretenduję do powiedzenia ani czegoś zupełnie nowego, ani udowodnionego w tym sensie, jaki temu wyrazowi nadajemy w naukach eksperymentalnych. Wydaje się piszącemu, iż można by wymienić kilka ciągów ewolucyjnych, widząc w nich odbicie istniejących „biogennych” ciągów zmienności kierunkowej. Charakteryzowałoby je:

1. Zwiększanie się stopnia złożoności organizmu, inaczej mówiąc, poziomu organizacji, z czym łączy się wzrost homeostazy fizjologicznej i morfogenetycznej, wzrost specjalizacji części wraz z rosnącą integracją całości, rozbudowa i usprawnianie się systemów regulacji w ramach procesów rozwojowych organizmu i jego wymiany z środowiskiem zewnętrznym.

2. Zwiększanie się stopnia autonomii w sensie zmniejszania się możliwości wywierania takiego czy innego odkształcającego wpływu przez warunki zewnętrzne na rozwój w ontogenezie. Stąd zwiększanie się izolacji od środowiska zewnętrznego poprzez rozbudowę systemów regulacji wewnętrznej i rozbudowę środowiska wewnętrznego, co poszerza skalę reaktywności na zmienność warunków zewnętrznych, ale jedynie typu modyfikacyjnego. Idąc dalej natrafiamy na pierwsze „systemy” odejść, schowków, o innym niż zewnętrzny mikroklimacie, dochodząc do regulowania i wytwarzania sztucznego środowiska (niektóre owady, ale w skali dużo większej — człowiek).

3. Widziałbym jeszcze jeden ciąg, mimo iż rysuje się już mniej wyraźnie, a który można by określić następująco. Organizacja jest wyrazem pewnego porządku. Wzrost stopnia organizacji — to wzrost porządku, a więc i homeostazy; są to wszystko zjawiska ujemnej entropii. W miarę tego, jak wzrasta różnicowanie i złożoność procesu ontogenezy, co idzie w parze z wzrostem organizacji, zwiększa się różnica między życiem w jego dynamice — a śmiercią.

Śmierć jako etap kończący życie indywidualne i obraz rozkładu jednostki nabiera wyrazu — nasila się w miarę ewolucji.

7

... I believe that I have somewhere said, that the principle of continuity renders it probable that the principle of life will hereafter be shown to be a part or consequence of some general law...

Pisząc te słowa w 1864 r. Darwin dodawał, iż stan wiedzy ówczesnej nie pozwala na snucie jakichś pewniejszych wniosków na temat powstania życia, a równocześnie dawał wyraz temu pragnieniu czy temu samemu niepokojowi, jaki żył i żyje wśród nas. W chwili obecnej wydaje się, że ewolucja biologiczna może być wmontowana w szerszy ciąg, a mianowicie poprzedzona by była ewolucją chemiczną. Melvin Calvin sądzi, iż hipoteza powstania życia na drodze spontanicznej w wyniku określonego ciągu ewolucji chemicznej ma duży stopień prawdopodo-

bieństwa. Etapy, które przejść „powinien” atom w ramach wzrostu organizacji, aby znaleźć się w układzie molekuł, charakterystycznych dla organizmów żywych, byłyby wg Calvina następujące:

Atom	Cząsteczka	Polimer
wodór	kwask	tluszcz
węgiel	cukier	celuloza, skrobia itd.
tlén	zasada	kwask nukleinowy
azot	aminokwas	białko

Czy taki rozwój ewolucji chemicznej rzeczywiście miał miejsce? W obecnych warunkach środowiska ziemskiego tak duże cząsteczki, jak polimery, nie odznaczałyby się trwałością. Gdyby bowiem — co jest już dzisiaj na Ziemi czymś bardzo mało prawdopodobne — powstały, to zostałyby od razu rozłożone poprzez procesy utleniające. Wydaje się natomiast, że abiotyczna synteza związków organicznych w pierwotnej beztlenowej atmosferze była możliwa.

Dowodów dostarczałyby zarówno chemia, jak i geochemia. Poprzez wiele etapów, od związków tzw. organicznych do „quasi-życia” mogłaby powstać pierwsza organizacja mająca te właściwości, które nazywamy życiem. A więc zdolność wytwarzania czasowego i miejscowego spadku entropii, zdolność do odtwarzania samego siebie jak i uczenia się i zapamiętywania tego procesu i przekazywania go następnym pokoleniom.

Uważa się, że pierwsze organizmy były anaerobiontami i że anaerobioza byłaby pierwotnym etapem w procesie ewolucji, a aerobioza wytwarzałyby się dopiero w wyniku zmian zachodzących w środowisku ziemskim, w ramach procesu, który za Teilhardem du Chardin moglibyśmy nazwać kosmogenezą przebiegającą wzdłuż osi czasu ziemskiego. „Powstanie Ziemi — pisze Teilhard du Chardin — jest najprawdopodobniej zdarzeniem losowym, ale raz zrealizowane zgodnie z najbardziej ogólnym prawem ewolucji weszło w orbitę zmian, zmian kierunkowych...”. Przez okresy czasu, których nie możemy określić — na pewno jednak ogromne, Ziemia, dostatecznie już chłodna, aby mogły syntetyzować się łańcuchy molekuł zawierających węgiel, Ziemia, najprawdopodobniej pokryta wodą, z której wysuwały się pierwsze początki przyszłych kontynentów, komuś kto by obserwował ją przy pomocy najbardziej nowoczesnych naszych instrumentów, wydawałaby się pusta i martwa... W najlepszym razie poprzez największe powiększenia można by dojrzeć nieruchome agregaty... Otóż po jakimś czasie — później, a dostatecznie długim — te same wody okazały się pełne maleńkich istot żywych... Nie będziemy chyba nigdy znali (chyba, że nauka jutrzejsza odtworzy ten fenomen w laboratorium — w każdym razie sama Historia nie odtworzy go bezpośrednio) owych śladów materialnych, drogi, po której odbyło się owo przejście do mikroorganizmu z molekuł, do organicznego z chemicznie-nieorganicznego, do życia z „przedżycia”. Ale jedno jest pewne, że nie można tego rodzaju metamorfozy wytłumaczyć w ramach zwykłej ciągłości w obrębie procesu. W analogii do tego, czego uczą nas wyniki porównawczych badań nad rozwojem, należałoby sądzić, iż w tym szczególnym okresie, w procesie ziemskiej ewolucji miało miejsce jakieś dojrzenie, jakieś przekroczenie progu, jakiś punkt krytyczny procesu ewolucyjnego — początek nowego układu (cyt. Teilhard du Chardin *Le Phénomène humain* p. 78).

U Teilharda du Chardin ewolucja wychodzi daleko poza granicę ewolucji biologicznej. Ewolucjonizm teilhardowski należy rozumieć jako stwierdzenie, iż to, co nazywa się światem, nie jest czymś danym, ale ciągiem stawania się i przechodzenia, idącym od kosmogenezy (w tym mieści się Calwina ewolucja chemiczna) poprzez biogenezę i psychogenezę i wizyjną już fazę przyszłościową kolektywnego etapu rozwoju ludzkości — noogenezę.

Huxley sądzi, że wiele myśli Teilharda nie tylko jest do przyjęcia, ale wręcz, iż ujmują one w sposób pełny współczesne przyrodnicze widzenie świata. W pięknych, poetyckich, można by rzec, porównaniach (że poetyckie — nie stanowi to wady lub lepiej, nie powinno stanowić wady w oczach naukowca) Teilhard du Chardin rysuje swe wielkie ciągi ewolucyjne jako objawianie się na zewnątrz, w każdym następnym etapie ewolucji tego, co w poprzednim znajdowało się niejako „in statu nascendi” jako „le dedans des choses”. Z częściowego obrazu ciągu ewolucji, który można dzisiaj uznać za prawdopodobny (w naukowym sensie tego słowa): ewolucja chemiczna — powstanie życia — rozwój życia, tj. zwiększanie się poziomu organizacji biologicznej, wynika, iż pojawienie się życia było procesem spontanicznym.

Drzewo życia jest rozgałęzione — czy rzeczywiście jedynie ludzkie jego zakończenie jest ewolucyjne w sensie możliwości dalszych etapów ewolucji? Analiza „drzewa życia” wskazuje, iż zamieranie zmienności w ramach poszczególnych gałęzi czy „odprysków” miało miejsce wielokrotnie, a więc pozostaje nadal możliwe. Zmienność, a więc i ewolucja, byłaby rodzajem „zaburzenia” z punktu widzenia układu stałego, jest więc ryzykiem, jest dysharmonią. Układy biologiczne są homeostatyczne zarówno w ramach ontogenezy, jak i przemiany pokoleń. Replikacja DNA, jak i mechanizmy ograniczające zmienność populacji są tego obrazem. Ontogeneza jednokierunkowo prowadzi do śmierci i rozkładu. W ramach „filogenetycznych ciągów” dwa, a raczej trzy rozwiązania byłyby możliwe:

— w warunkach, w których mechanizmy eliminujące zmienność przeważają, zbiór może dojść do stanu pełnego zbalansowania, staje się statyczny, co prowadzi niejako do śmierci ewolucyjnej;

— na odwrót — wynikiem nasilania się zmienności jest zwiększanie się asymetrii układu, co z kolei zwiększa możliwości ewolucyjne, ale również i szansę dezorganizacji (zamierania, śmierci). Wypadek chyba nie tak rzadki, czego również dowodem nieciągłość zbiorów i brak „ogniw pośrednich”.

Odpowiedź na pytanie, które postawiłem na początku tego ustępu, jak się wydaje ma duży stopień prawdopodobieństwa. Jeżeli nie w ramach „dowodów ostatecznych”, których przecież i tak nie ma, to w ramach przeświadczenia o stosunkowo dużym stopniu prawdopodobieństwa. Z dwóch gałęzi: człowiek — owady, gałęzi ewolucyjnie aktywnych, przewaga wydaje się być po stronie człowieka. Ciągi ewolucyjne, o których wspominałem pisząc, iż mają one charakter kierunkowo ewolucyjny, znajdują w chwili obecnej napełniony wyraz w rodzaju ludzkim, który cechuje najdalej posunięta złożoność organizmu i stopień „autonomii”. Poziom organizacji nie przybrał u człowieka owej statycznej, ustabilizowanej formy charakteryzującej społeczne życie owadów, mówiącej o „wygasających możliwościach” — czego dowodem byłoby to, iż świat ludzki wstrząsany jest tyloma sprzecznościami, że stopień

autonomii — przy licznych odchyleniach dysharmonijnych wciąż wzrasta. Wszystko to świadczyłoby o dynamice ewolucyjnej człowieka — z możliwością obu alternatyw: „dezorganizacji” i dalszego „rozwoju”.

Obie możliwości są chyba do przyjęcia, jeżeli, co wydaje się logiczne, pojawienie się życia było wynikiem i konsekwencją — mimo iż losową — osiągnięcia określonego poziomu złożoności, a więc i organizacji cząsteczkowej. Jeżeli z kolei jedną z podstawowych cech ewolucji biologicznej wydaje się być zwiększanie stopnia złożoności i poziomu organizacji, to nasuwać się może pytanie, czy w odniesieniu do struktur biologicznych nie istnieje również pułap poziomu organizacyjnego, stopnia złożoności, którego ewolucyjne przekroczenie jest możliwe jedynie przez przeniesienie na inną płaszczyznę, rozwinięcie tego co istniało w poprzednim stanie jako „potencjalna możliwość” — możliwość, ale nie konieczność. Rozumowanie takie wydaje się naukowo możliwe, więcej nawet — mające pewne szanse prawdopodobieństwa, na tyle duże, żeby mogły być brane pod uwagę jako alternatywa. Naturalnie nie mówi to jeszcze nic o tym, jaki miałby być następny etap, nie mówi nic o kierunku dalszej ewolucji, choć wynika z tego możliwość rozwijania się następnego etapu ewolucji, który się będzie odbywał już w ramach innego układu.

8

Ewolucję biologiczną (i samych siebie w niej) umieszczamy dzisiaj w ramach szerszego procesu, poprzedzając ją okresem prebiotycznej ewolucji chemicznej. Nie wystarcza to jednak i nie wystarczało istocie ludzkiej. Chcielibyśmy widzieć w ewolucji wyraz czy też odbicie jakiegoś szerszego i głębszego procesu. Procesu kierującego się ku czemuś: to „ku” traktujemy jako jakieś dążenie postępowe, wznoszące się, jakby dążenie do doskonałości, ujmując to pojęcie na swój ludzki sposób. Tym samym zaś, chcąc nie chcąc, nadajemy ewolucji charakter ruchu „ku czemuś”, przenosząc ów ruch ewolucyjny poza siebie niejako (rozmaicie zresztą to „poza siebie” interpretując). Takie „widzenie” może być odbiciem dwóch zupełnie różnych rzeczy:

a) albo owo odczucie ewolucji jako dążenie ku... do jakiejś harmonii jest odbiciem i wyrazem tego faktu, iż mimo, że jesteśmy wytworem biologicznej ewolucji i przebywamy na tym poziomie, to równocześnie przerastamy już tę płaszczyznę i częściowo kontaktujemy się czy należymy, czy odbieramy sygnały z innego jakiegoś układu, leżącego poza możliwościami naszego naukowego poznania;

b) albo — co można by również założyć — odczuwanie to jest po prostu właściwością tego poziomu organizacji biologicznej, który nazywa się *Homo*. Myśli więc, poglądy, poszukiwania czy wizje ewolucyjne należą do systemów ochronnych, ochronnych w sensie zwiększenia stopnia zbalansowania i integracji, a więc przeciwdziałających ciśnieniu entropijnemu, które ujawniać się może rozkładowo zarówno w ramach dysharmonijnych procesów fizjologicznych, jak i psychicznych. To drugie założenie można by nazwać biologicznym, to pierwsze powiedzmy metafizycznym. Otóż wydaje się, iż decyzja o przyjęciu jednej z dwóch alternatyw wynika z wewnętrznego przeświadczenia, nie ma bowiem i nie może być dowodów na prawdziwość którejś z nich. Co więcej, można by dodać, iż dowód taki nie wydaje się możliwy.

W wypadku pierwszym chodzi o posłańca z innego układu „istnienia” (wyraz „istnienie” nie ma tu sensu, ale nie ma przecież jakiegoś innego). Otóż istnienie takiego układu nie może być ani odrzucone, ani potwierdzone, a przy tym może nawet nie być zakładane przy rozwiązywaniu pytań tej kategorii, które mogą być stawiane w ramach naszego systemu poznawczego czy też naszego sposobu poznawania.

W wypadku drugim uzyskanie dowodu wymagałoby możliwości spojrzenia z boku, spoza siebie, co znów jest niemożliwe, ponieważ jesteśmy częścią tegoż układu, na który chcemy spojrzeć spoza niego. Wybór zatem pozostaje sprawą postawy intelektualnej, struktury wewnętrznej czy też przeświadczenia, a więc doznania, a nie poznania.

Zdaję sobie sprawę, iż może zbyt wiele jest w tych uwagach skrótów myślowych. Zdaję sobie sprawę, iż wypowiedzi autora nie zawsze może odpowiadać rygorom rozumowania, które obowiązuje lub do którego jesteśmy przyzwyczajeni, jednocześnie przyzwyczajając innych) w naukach przyrodniczych. Nie ulega jednak wątpliwości, że istnieje pewna strefa doznań czy też przemyśleń, dla której można by przyjąć pewne równouprawnienie: dla „przeświadczeń” (opartych o kryteria empirycznego poznawania) i „przyświadczeń”, które są jakimś aktem wewnętrznym. Strefa w jakiś sposób istotna w życiu człowieka, a która błędnie byłaby widziana jako „pusta”, gdyby tego rodzaju równouprawnienie (bodaj częściowe) nie było dopuszczalne.

Karol Starmach: *Chrysophyta I. Chrysophyceae-Złotowiciowce, oraz wiciowce bezbarwne — zooflagellata wolnożyjące*. Flora Ślaskowa Polski, t. 5, Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki, PWN, Warszawa, 1968, str. 589; cena zł. 84.

Seria polskich kluczy do oznaczania glonów powiększyła się obecnie o tom obejmujący gromadę *Chrysophyceae* należącą do typu chrysofitów. Gromada ta jest bardzo słabo poznana, nie tylko zresztą w naszym kraju. Ogromna większość jej przedstawicieli (z wyjątkiem wytwarzających trwale, sztywne domki) nie daje się rozpoznać po zakonserwowaniu i niestety, nie wytrzymuje przetrzymywania na żywo w pracowni, nie łatwo też daje się hodować w kulturach. Te trudności sprawiają, że złotowiciowce (jak i niektóre inne glony, np. *Euglenophyta*, *Pyrrophyta*, *Cryptophyceae*, *Xanthophyceae*, *Volvocales*, zmieniające się nie do poznania pod wpływem utrwalaczy) były do niedawna przedmiotem badań tylko nielicznych specjalistów. W konsekwencji tego niewiele możemy powiedzieć o rozmieszczeniu geograficznym znanych gatunków i z pewnością wiele jeszcze nowych gatunków i rodzajów, a także i wyższych jednostek systematycznych zostanie opisanych. Mało także wiemy o wymaganiach ekologicznych przeważnej części gatunków. W ogromnej części opracowań zbiorowisk wodnych tylko bardzo nieliczne glony z tej grupy zostają ujęte w listach gatunków, wypadają też z liczbowych ujęć biomasy tych zbiorowisk określonej przez hydrobiologów. Prowadzi to często do sporych zniekształceń wyników w bardzo popularnych obecnie badaniach produkcji pierwotnej zbiorników wodnych.

Wyjść z tej sytuacji można zabierając ze sobą mikroskop i niezbędne przybory w pobliże badanych wód i prowadząc obserwacje niemal na miejscu, na coraz to nowych porcjach materiału. Wśród niezbędnych przyborów musi się znaleźć literatura umożliwiająca oznaczanie gatunków. I tutaj największą przeszkodą bywa (nie tylko u nas) brak nowoczesnych, podręcznych monografii i kluczy do oznaczania. W użyciu są nieliczne egzemplarze z mocno już przestarzałej serii *Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*, gdzie A. Pascher (1914) zestawiał klucze, opisy i ryciny złotowiciowców na niespełna 90 stronach małej książeczki. Ogromną pomocą jest opracowanie G. Huber-Pestalozziego (1941) w wydawnictwie *Die Binnengewässer*. Jest to prawie kompletny zbiór opisów i rycin oraz kluczy do gatunków planktonowych znanych z całej kuli ziemskiej, z uwzględnieniem tych gatunków dennych, które niekiedy mogą przechodzić do planktonu; niestety jednak, pozostałe gatunki denne i wszystkie gatunki poroślowe nie wchodziły w zakres tej książki. Przydatny jest tomik A. M. Matwieńki (1954) w serii *Opredelitel prsnowodnykh wodoroslej SSSR*, ale bardzo niekompletny, odnoszący się głównie do glonów odnalezionych w Związku Radzieckim. Matwieńko (1965) rozszerzył bardzo zakres uwzględnionych gatunków znanych w literaturze światowej (526 gatunków z 112 rodzajów) w tomie opublikowanym w serii *Wiznacznik prsnowodnych wodorostej Ukrainkoj RSR*, u nas niedostępnym, oddanym do druku w tym samym roku co recenzowane poniżej opracowanie. Z tego przeglądu widać, że zainteresowanie także i tą grupą glonów bardzo się w świecie wzmogło oraz że istnieje paląca potrzeba ułatwienia i spopularyzowania badań z tego zakresu wśród polskich przyrodników.

Profesor Starmach zebrał w swojej książce w sposób wytrawny niemal wszystkie chyba diagnozy opisanych na kuli ziemskiej gatunków. Chociaż tytuł serii wydawnictwa sugeruje ograniczenie się do terenów Polski, autor wyszedł ze słusznego

założenia, że nawet z innych kontynentów opisane gatunki można zapewne będzie u nas odszukać, gdyż wiele, głównie mikroskopowych glonów słodkowodnych ma charakter kosmopolitów. Takie kompletne zestawienie opisów i rycin nie tylko umożliwi poprawne zidentyfikowanie znanych gatunków, ale stanowi też dużą pomoc w przypadku znalezienia nowych, jeszcze nie znanych.

Tom ten ma więc znaczenie nie tylko lokalne i z pewnością będzie używany także poza granicami Polski, nie bacząc na trudności językowe. Toteż dziwi ograniczenie nakładu (bez porozumienia z redaktorem wydawnictwa) z 1500 egzemplarzy poprzednich tomów *Flory Słodkowodnej Polski* do 710 egzemplarzy. Monografie tego typu ukazują się w świecie bardzo rzadko, gdyż ich przygotowanie jest żmudne, nużące i czasochłonne, a nie dają ich autorom tej satysfakcji co prace badawcze. Mimo ich niewątpliwego starzenia się z każdym rokiem, korzysta z nich po kilka pokoleń uczonych i uczniów. Nakład nie jest więc wyczerpywany tak szybko jak poczytniejszych powieści kryminalnych. Niezabezpieczenie zapasu egzemplarzy utrudni popularyzowanie tej ciągle jeszcze „deficytowej” gałęzi wiedzy, jaką jest algologia.

Świadomość o znaczeniu glonów w różnych dziedzinach życia jest coraz powszechniejsza. Trudności badania glonów są jednak znaczne; borykają się też z nimi pracownicy rozmaitych zakładów służących gospodarce wodnej i rolnej. Zdani są na własną przemyślność w zdobywaniu podstawowej literatury i tak fragmentarycznej i często pisanej w słabo przez nich opanowanym języku obcym. Dla nich szczególnie seria *Flory słodkowodnej Polski*, której sześć tomów już wydrukowano (ponadto w druku jest t. 7 *Xanthophyceae* i t. 11 *Oedogoniales*, w opracowaniu kilka innych) ma podstawowe znaczenie. Trzeba tylko jeszcze, by zrozumiano, że jeden botanik nie może podołać pełnej analizie algologicznej; kilkusobowe zoologiczne czy hydrochemiczne zespoły badawcze w tych samych instytucjach nie budzą już zastrzeżeń.

Oprócz złotowiciowców (ponad 750 gatunków należących do 129 rodzajów) autor zamieścił w tekście, na równych prawach, wiciowce z rzędu *Craspedomonadales* (ok. 80 gatunków z 14 rodzajów), mające wiele cech wspólnych ze złotowiciowcami, oraz inne wolnożyjące wiciowce bezbarwne (*Bicoecidae*, *Bodonaceae*, *Tetramitaceae* i *Distomataceae*, ok. 120 gatunków z 18 rodzajów) należące do świata zwierząt. Te ostatnie, choć tylko w niektórych cechach zbliżone do omawianej gromady glonów, mają ogromne znaczenie praktyczne, gdyż charakteryzują wody zanieczyszczone substancjami organicznymi. Uwzględniania tych wiciowców wymaga się przy sanitarnej ocenie wody. Jest to cenne uzupełnienie książki, które z pewnością będzie wykorzystane przez hydrobiologów.

Przy końcu książki zamieścił autor spory rozdział zbierający dotychczasowe wiadomości o cystach złotowiciowców, które dzięki skrzemieniałym błonom zachowują się doskonale w osadach zbiorników wodnych. Nie wszystkie cysty dają się odnieść do znanych gatunków czy rodzajów, wiele opatrzone tylko tymczasowymi nazwami. Ta część książki będzie przydatna przy studiowaniu obecnych zbiorów glonów dennych, jak i w paleolimnologicznych badaniach dawnych osadów w różnych pokładach geologicznych.

Zasadniczy tekst obejmuje gatunki opisane z wód słodkich do 1964 r. Przez dodanie na końcu książki uzupełnień do stanu wiedzy do 1967 r. włącznie starał się autor uaktualnić książkę, której druk bardzo się tym razem przewlekł (co nie stało się jednak ani z winy autora, ani wydawnictwa).

Opisom systematycznym towarzyszą liczne, doskonale wykonane rysunki, zerbrane ciasno, ale estetycznie w całościowe tablice. Pódobizny wszystkich znanych gatunków, także i wątpliwych, zostały starannie przerysowane. Nierzadko obrazują cykle rozwojowe gatunków, a także zmienność osobniczą tak wiele sprawiającą kłopotu początkującym badaczom lub w przypadku skąpego ma-

teriału. Autor starał się przy tym sięgać do ikonotypów, rycin towarzyszących pierwszym opisom gatunków. Często ryciny są przez niego w bardzo zgrabny sposób uproszczone. Oryginalną innowacją są specjalne, proste rysunki charakteryzujące gatunki przewodnie dla rodzajów; zestawione w tablice przy poszczególnych kluczach do oznaczania rodzajów w obrębie rodzin, bardzo ułatwiają zorientowanie się w zasadniczych cechach.

Szkoda, że w omawianej książce przeoczono kilka opisanych z Polski gatunków bezbarwnych wiciowców. Mam na myśli gatunki, głównie z rodzaju *Amphimonas*, znalezione przez Namysłowskiego (1914, 1921) w słonych stawkach w głębi kopalni w Wieliczce, a także w słonych źródłach mineralnych oraz *Salpingoeca godlewskii* opisaną przez Roupperta (1913) z Kujaw.

Podana podstawowa literatura światowa dotycząca tej grupy glonów zawiera z polskich prac tylko najważniejsze. Pełny ich wykaz znajdzie się w przygotowywanej obecnie do druku polskiej bibliografii algologicznej.

Można się spodziewać, że w niedługim czasie omawiana monografia przyczyni się do rozszerzenia badań nad tą piękną i interesującą grupą glonów, do poznania ich rozmieszczenia w Polsce i ich biologii.

Wyrazy uznania należą się również Państwowemu Wydawnictwu Naukowemu oraz Drukarni Uniwersytetu Jagiellońskiego za troskliwą opiekę nad drukiem tej książki, bardzo staranną korektę i bardzo na ogół precyzyjne skłiszowanie rycin.

Jadwiga Siemińska

JESZCZE W SPRAWIE RECENZJI KSIĄŻKI *ROŚLINA*

W numerze 3 „Kosmosu A” z 1968 r. pod tytułem „Nieco o pewnej recenzji” ukazała się wypowiedź prof. dr Aliny Skirgiełło, jako tłumaczki książki *Roślina* (praca zespołowa w języku francuskim, w języku polskim wydana w Warszawie w 1966 r.). Jako tłumaczka tej książki Autorka wypowiedzi uczuła się dotknięta treścią i formą mej recenzji.

Na zarzuty co do formy recenzji odpowiadać nie będę. Ocenę jej pozostawiam tym, którzy ją przeczytali lub przeczytają. Chodzi mi o meritum sprawy.

W recenzji mojej („O pewnej książce — pięknej, ale mocno bałamutnej” — Kosmos A, 1967, 4, 445—449) pisałem dosłownie: „Jest to popularnonaukowe ujęcie szeregu ważnych działów czystej i stosowanej wiedzy o roślinach i to zasadniczo na dość wysokim poziomie, gwarantowanym przez nazwiska wielu z 33 autorów, przeważnie francuskich. Mogłoby ono odegrać u nas rolę bardzo dodatnią, zwłaszcza w dobie tak popieranego dziś dokształcania społeczeństwa, w dobie rozszerzających się studiów zaocznych, eksternistycznych itp., mogłoby, gdyby nie to, że „errare humanum est”. Recenzję zakończyłem zwrotem: „Do Państwowego Wydawnictwa Naukowego wypada zwrócić się z apelem, by wydanie II, na które książka ta bezwzględnie zasługuje, opracowane zostało poprawnie, pod ścisłą kontrolą znawców przedmiotu i terminologii”.

Sądzę, że zarówno tytuł mej recenzji, jak obydwie przytoczone zwroty dostatecznie wyjaśniają stanowisko zajęte przeze mnie w tej sprawie i nadal w niej zajmowane.

Dla każdego, kto miał coś wspólnego z dydaktyką, jest rzeczą jasną, jaką rolę odgrywa ścisłość pojęć i terminologii zarówno w podręcznikach i skryptach, jak i w publikacjach popularnonaukowych, choćby dlatego, by uniknąć wprowadzania w błąd. Jako botanik ubolewam nad tym, że polskie mianownictwo bota-

niczne w niewielu tylko działach zostało oficjalnie ustalone. Uważałem zawsze i uważam nadal, że w tej sytuacji nam — botanikom nie wolno bez wyraźnie uzasadnionych powodów odbiegać od terminologii:

- Z. Wóycickiego, *Polskie mianownictwo botaniczne w zakresie cytologii i histologii roślin*, Warszawa, 1934.
- B. Pawłowskiego, *Słowniczek botaniczny*, Warszawa, 1957.
- W. Szafera i in., *Szata roślinna ziem polskich*, Warszawa, 1959.
- W. Szafera i in., *Rośliny polskie*, Warszawa, 1967.
- W. Szafera, *Ogólna geografia roślin*, Warszawa, 1964.
- E. Strasburgera i in., *Botanika — podręcznik dla szkół wyższych*, tłumaczenie polskie, Warszawa, 1960 i 1967.
- K. Steckiego i in., *Botanika dla Wyższych Szkół Rolniczych*, Warszawa, 1966.

W każdej dziedzinie nauk istnieć mogą poglądy kontrowersyjne — indywidualne, istnieć też może niekiedy kontrowersyjna, indywidualna terminologia. Jest to zrozumiałe i dopuszczalne w pracach ściśle naukowych, które przecież z reguły wywoływać mogą dyskusje i spory. Natomiast w publikacjach o charakterze popularnonaukowym, przeznaczonych nie dla specjalistów, lecz dla szerokich kół czytelników moim skromnym zdaniem poglądy kontrowersyjne nie powinny mieć miejsca, chyba że chodzi specjalnie o spopularyzowanie pewnych odkryć czy twierdzeń nowych, nawet pewnych sporów naukowych — ale wtedy musi to być specjalnie podkreślone.

W publikacjach popularnonaukowych tym większą uwagę zwracać się musi na jednolitą, jednoznaczną terminologię, przyjętą w danej dziedzinie. Chodzi o uniknięcie dwuznaczności i wprowadzania w błąd tych, którzy usiłują zaczerpnąć pewnych wiadomości właśnie z takich wydawnictw. Odnosi się to zarówno do opracowań oryginalnych, jak i do tłumaczeń.

Niestety, w polskich przekładach różnych publikacji obcych aż nazbyt często spotykamy błędne tłumaczenia wielu terminów przyrodniczych, świadczące o dużej pewności siebie tłumacza przy braku orientacji w danej dziedzinie. Niejednokrotnie już miałem sposobność wytknięcia tego w druku (patrz np. „Problemy” 1965, 3 — „Miraże przekładu”). Są to istotnie bałamuctwa, wprowadzające w błąd czytelnika. Niestety, Tłumaczka nie zdołała ich uniknąć, niestety, nie trzymała się mianownictwa klasycznych autorów polskich.

Nie tylko na podstawie podpisów pod ilustracjami oceniłem książkę *Roślina*, jak twierdzi Autorka wypowiedzi. Zresztą w książce tego typu, gdzie ilustracje zajmują około 40% powierzchni kart razem wziętych i stanowią integralną część składową, podpisy pod nimi mają szczególne znaczenie dla czytelnika, nie mniejsze od tekstu właściwego.

Autorka wypowiedzi wyraża zdziwienie, dlaczego nie zwróciłem uwagi na to, że książkę tłumaczyła jedna osoba. Po prostu przywykłem do tego, że książki, obejmujące szeroki zakres dyscyplin naukowych nie tylko opracowywane są zespołowo, ale i tłumaczone z reguły przez szereg tłumaczy, specjalistów od poszczególnych działów botaniki czy nauk innych. Gwarantuje to ścisłość przekładu w rozmaitych dziedzinach i pozwala na uniknięcie błędów merytorycznych i terminologicznych. Tak na przykład *Botanika — podręcznik dla szkół wyższych* Strasburgera i in. (Warszawa 1967) tłumaczony był przez 8 tłumaczy pod redakcją prof. dr Skalińskiej; podobnie też poprzednie wydanie tego podręcznika z 1960 r. Miałem więc chyba prawo przypuszczać, że prof. dr Skirgiełło, jako redaktor przekładu, była kierowniczką odpowiedniego zespołu tłumaczy-fachowców, a nie tłumaczem jedynym całej wielodziałowej książki.

A oto moja odpowiedź na szczegółowe uwagi Autorki:

Strona 17 książki, ryc. 5. Niestety, dodatek „zamknięte w kolczastej miseczce” niczego tu nie zmienia. Nasiona nigdy nie rozwijają się ze słupków, lecz tylko z zalążków (pominawszy nieregularności w postaci np. apogamii). Nie można mieszać pojęcia nasienia z pojęciem owocu. Strona 18 — obok ryciny. Skróty myślowe autora powinny być tak skonstruowane, by nie wprowadzały w błąd czytelników książek popularnonaukowych, a zatem ludzi częstokroć bez odpowiedniego przygotowania. Twierdzenie, że „zwierzęta nie mogą istnieć nie zjadając roślin” jest przecież co najmniej nieścisłe.

Strona 19, ryc. 6. Nie jestem mikologiem. W sprawie 4 płci u grzybów przed napisaniem recenzji zasięgałem opinii mikologa, profesora jednej z wyższych uczelni. Określenie to uznał on za nieuzasadnione. Oczywiście, jako niefachowiec, nie mogę podejmować dyskusji w sprawie słuszności mikologa francuskiego — lub jej braku.

Strona 49, odsyłacz 23. Nie będąc mikologiem, nie mogę też kwestionować twierdzeń Autorki co do używania w mikologii terminu „stolon”. Widocznie i tutaj zastosować można to, co podałem na wstępie — o braku ustalonej terminologii w pewnych działach botaniki. Stosowanie jednego i tego samego terminu na oznaczenie dwu zupełnie odmiennych tworów roślinnych powinno być niedopuszczalne, gdyż prowadzić musi do nieporozumień. Dla mnie istotne jest określenie rozłogów — nadziemnych i podziemnych, pędowych i korzeniowych, podane np. w podręczniku Strasburgera (1967) na str. 220, 237, 238, 257, a w podręczniku Steckiego (1966) na str. 188, 190, 195, 197, 198, 223, 224.

Dla mnie istotne jest też określenie strzępek jako tworów roślinnych występujących wyłącznie u grzybów, podane w podręczniku Strasburgera na str. 84, 586 i wielu innych, a u Steckiego na str. 347, 349, 367. To, co Autorka pisze o poglądach Gäumann’a, nie ma tu nic do rzeczy, gdyż odnosi się tylko do pochodzenia grzybów od glonów, a nie do budowy cenoctów i ewentualnego występowania strzępek u glonów.

Strona 50 — objaśnienia do „tablicy świata roślinnego”. Wytknąłem tutaj: Wśród jednoliściennych nie podano palm i bambusów. Nawet jeśli to miały być tylko przykłady form życiowych, to uderzające jest tutaj pominięcie tych właśnie typów roślin drzewiastych, tych form tak odmiennych od innych. Że palmy są drzewami — wbrew wątpliwościom Autorki — stwierdzić Ona może choćby w podręczniku Steckiego na str. 651, a Strasburgera (1967) na str. 914. Że liście ich są włośniaste czy wachlarzowate, są to sprawy ogólnie znane. Co to jest kłodzina, właśnie jako pień palm-drzew podaje podręcznik Steckiego na str. 651, oraz podręcznik Strasburgera (1960) na str. 154: „Drzewa o nierozgałęzionym pniu, zwanym kłodziną, rozwijają na jego szczycie pęk liści (np. paprocie drzewiaste, *Cycadinae*, palmy)”. Bambusy drzewiaste, o łodygach silnie zdrewniałych, dochodzących do 40 m wysokości i 30 cm średnicy łodygi-pnia, tworzyć mogą „gęste i zwarte lasy bambusowe” (Stecki — str. 622).

Wytknąłem dalej niezrozumiały podział jednoliściennych na byliny... i rośliny wieloletnie. Zarzut ten podtrzymuję — czymże są byliny? Że gatunki rodzajów *Sambucus* i *Syringa* nie są drzewami, lecz krzewami, o tym powszechnie wiadomo, przynajmniej gatunki europejskie, jedynie wchodzące tutaj w rachubę. Co to znaczy „występujące w ich ojczyźnie jako drzewa”? Engler-Prantl (*Natürliche Pflanzenfamilien*, 1897) podają, że rodzaj *Syringa* obejmuje wyłącznie krzewy, natomiast egzotyczne gatunki rodzaju *Sambucus* określają ogólnikowo jako „Holzgewächse”, pod czym rozumieją zarówno krzewy, jak — ewentualnie — i drzewa. Zestawienia „wszystkie drzewa liściaste (dąb, lipa, bez, kawa), byliny (lucerna, dalia, złożone), rośliny wieloletnie (burak, cykoria)” są po prostu dziwaczne i nikt nie potrafi ich uzasadnić. Autorka pomija to milczeniem.

Strona 64 — ryc. 9. Sprawa małej wagi — być może istotnie jest to wada wykonania tablicy barwnej w części egzemplarzy książki.

Strona 81, ryc. 5. Podtrzymuję moją uwagę. Skrót myślowy zbyt silny. W wierszu 4 od góry po „(*Cytisus purpureus*)” należałoby dodać zdanie, stwierdzające powstanie formy pośredniej — i to przed zdaniem: „Zdawało się więc, że powstał nowy gatunek”. Bez tego dodatkowego zdania to „więc” jest zupełnie nieuzasadnione, a tekst niezrozumiały. Dalsze szczegóły, przytoczone przez Autorkę w Jej wypowiedzi, są powszechnie znane.

Strona 123 (przypis) i str. 124. Autorka wypowiedzi usiłuje uzasadnić zastosowanie w polskim tekście wyrażen „Krummholz” i „sagebrush”. Niestety, wyjaśnień tych niepodobna uważać za wystarczające. Jak widać z tekstu i właśnie z wyjaśnień Autorki, p. P. Dansereau ma widocznie mocno indywidualne poglądy na pojęcia i terminy z zakresu geografii roślin (oczywiście przyjmuję za pewnik, że przekład jest wierny).

Na stronach 121—124 w rozdziale „Roślinność naszego globu” jest szczególnie dużo błędów, nawet merytorycznych. W recenzji mojej podałem tylko niektóre z nich. Terminologia tego właśnie rozdziału jest szczególnie nie do przyjęcia. Zarzut Autorki co do doszukiwania się przez recenzenta „myśli nie wypowiedzianych” i swoistego interpretowania ich jest najzupełniej nieuzasadniony i krzywdzący. Powtarzam: w publikacjach naukowych i popularnonaukowych obowiązuje ścisłość i unikanie dwuznaczności. Nie ma tu miejsca na „licentiae poeticae”.

Zdaniem autorki „wyraz „ziołorośla” był i jest używany w mowie potocznej dla określenia zbiorowiska roślin zielnych”. W mowie potocznej — niefachowców — być może, ale nie w publikacjach botanicznych. Zmuszony jestem wskazać Autorce niektóre, nieznanne Jej widocznie, źródła, np.: *Szata roślinna ziem polskich* 1959, t. I, str. 363—364: „tzw. ziołorośla, tj. zbiorowiska wysokich (do 1,5 m i więcej) bylin o dużych liściach i dość grubych, nieraz soczystych łodygach”. Albo: Warming-Graebner „*E. Warmings Lehrbuch der Ökologischen Pflanzengeographie*”, Berlin 1918, str. 409—410 (Hochstaudenfluren). Definicji rośliny zielnej nie podaje, gdyż znaleźć ją można w każdym niemal podręczniku botaniki.

W wymienionej *Szacie roślinnej ziem polskich* a także w Szafera *Ogólnej geografii roślin* (1964) znajdzie Autorka większość właściwych polskich terminów fitogeograficznych i fytosocjologicznych. Należałoby zastosować je w rozdziale „Roślinność naszego globu”. Niektóre z nich znajdzie Autorka nawet w Wielkiej Encyklopedii Powszechnej, np. termin sawanna (tom 10, 1968, str. 373). Znajdzie tam Autorka stwierdzenie, że sawanny są to zbiorowiska wyłącznie klimatu ciepłego — międzyzwrotnikowe. Niestety, p. Dansereau na str. 123, w p. 8 pisze o sawannach także... w krajach zimnych (Syberia). Komentarze są tu chyba zbędne. O sawannach dużo informacji podaje cytowany podręcznik Warminga—Graebnera i każdy w ogóle podręcznik geografii roślin.

W Swej wypowiedzi Autorka nie próbuje zresztą — i słusznie — bronić szeregu innych definicji tego rozdziału, częściowo nieścisłych, częściowo wprost absurdalnych: definicji tundry, prerii, stepu, łąki, pustyni, „skorupy” itd. Zainteresowanych odsyłam do mej recenzji. Nie mogę jednak odmówić sobie przytoczenia definicji łąki (str. 124, p. 14), definicji szczególnie interesującej dla geobotaników, fytosocjologów i łąkarzy: „Łąka jest formacją niskich ziołorośli rosnących kępami, zazieleniających się (sic!), bardzo często przemieszanych z mchami (panującymi lokalnie). Rośliny zdrewniałe występują tu rzadko. Klimat łąk jest raczej alpejski niż arktyczny. Niskie temperatury środowiska górskiego są często wyrównywane w lecie wysoką temperaturą dzienną, ponieważ klimat panujący w masywach gór-

skich jest zbliżony do klimatu panującego w danym regionie". Sądę że i tutaj komentarze są zbiteczne.

Strona 123, p. 21. Krytyka mojego wykrzyknika polega na nieporozumieniu. Odnosił się on oczywiście do nieścisłej definicji zbiorowiska, zwanego przez Tłumaczkę „Krummholz”, a nie do pojęcia warstw leśnych, ogólnie znanego i uznanego.

Spośród dalszych nieścisłości w tym rozdziale pozwolę sobie przytoczyć jeszcze niektóre:

Strona 122, kol. I, wiersze 9—11 od góry: ... „roślinności klimaksowej”, tzn. roślinności, która zajmuje tereny odpowiednio nawodnione i wykazuje tam trwałe pokrewieństwo” — co to właściwie znaczy?

Strona 121 p. 6 i 122, kol. I, wiersze 15—17 od góry. Pojęcie „roślinności podporządkowanej” nad wyraz niejasne. Być może, autorowi chodzi tu o to, co część fitosocjologów i ekologów określa jako „paraklimaks”; być może fitosocjolog owe „zbiorowiska podporządkowane” w pewnych wypadkach określiłby jako facje danego zespołu.

Strona 122, p. 10. „Epifity: rośliny nie pasożytnicze, dla których gospodarz nie jest żywicielem, a jedynie podporą”. Określenie to równie dobrze mogłoby odnosić się do pnączy — a przecież np. ani chmiel, ani wiciokrzew pomorski nie są epifitami, chociaż korzystają z podpór... Poza tym termin „gospodarz” stosowany jest tylko w związku z pasożytnictwem.

Strona 122, kol. I, ustęp ostatni (wiersze 9—1 od dołu). Ustęp ten omawia obszerniej sprawę „roślinności podporządkowanej”. Sądzić można, że autorowi chodzi tu o tzw. „zbiorowiska ekstrazonalne”, czyli pozastrefowe (Meusel 1943 — *Vergleichende Arealkunde*, a poprzednio nawet Humboldt).

Strona 122, kol. II. Las „ombrofilny” to po polsku las wilgotny tropikalny czyli dżungla = *Hydrodrymum* (Szafer *Ogólna geografia roślin*, 1964, str. 308), zwany też lasem „deszczowym”.

Strona 124, p. 13, wiersz 10 od góry. ... „pociągające za sobą burze piaskowe i mułowe” — obawiam się, że trudno byłoby Tłumaczce podać miejsca i przykłady „burz mułowych”. Natomiast obok piaskowych znane są burze pyłowe, chociażby na zaoranych preriach.

Szkoda ogromna, że szczególnie przy tłumaczeniu tego rozdziału Autorka wypowiedzi nie wzięła za podstawę mianownictwa wymienionych książek polskich z tego zakresu. Oczywiście i w tym wypadku nie uniknęłaby szeregu trudności ze względu na nieścisłości niektórych sformułowań p. Dansereau i swoiste cechy jego stylu, utrudniające nawet zrozumienie niektórych ustępów. Ale wielu z tych niejasności i trudności Tłumaczka mogła zaoszczędzić czytelnikom, umieszczając od Siebie u dołu stron odpowiednie odnośniki (od tłumacza), wyjaśniające sprawę z punktu widzenia nauki i terminologii polskiej. To są przecież rzeczy praktykowane w przekładach.

Strona 144, p. 8. Najzupełniej niesłuszny jest zarzut nieścisłości — pod moim adresem. To nie są synonimy, przynajmniej w ujęciu większości autorów, ale zazwyczaj traktowane są jako odrębne gatunki. Tak na przykład L. H. Bailey (*Manual of Cultivated Plants*, New York 1960) podaje na str. 189:

1. *Colocasia antiquorum* Schott (= *Arum Colocasia* L., = *Colocasia esculenta* var. *antiquorum* Hubbard et Rehd.)

2. *Colocasia esculenta* Schott (= *Arum esculentum* L., = *Colocasia antiquorum* var. *esculenta* Schott, = *Caladium esculentum* Vent.) = Taro, Eddo, Dasheen. W całości podtrzymuję uwagi moje odnoszące się do bulw „taro” i „arrow-root”.

Oczywiście klasyfikacja Schotta nie jest słowem ostatnim, niemniej przyjęta jest przez większość badaczy.

I mnie jest smutno — że użyję wyrażenia Autorki wypowiedzi — gdy muszę wyjaśniać i uzasadniać moje stanowisko i słuszność zarzutów mojej recenzji. Zmusiła mnie jednak do tego owa wypowiedź, przedstawiająca tę sprawę w nieco krzywym zwierciadle. A przecież „Humanum est mala committere, sed malis per-severare diabolicum”.

Zainteresowanych proszę o przeczytanie mej recenzji i porównanie jej zarówno z tekstem książki, jak z wypowiedzią Tłumaczki.

Marian Nowiński

NIKOLAJ IWANOWICZ WAWIŁOW

(1887 — 1943)

(w dwudziestopięciolecie śmierci)

N. I. Wawiłow urodził się w Moskwie, tam też ukończył Moskiewski Instytut Rolniczy, przemianowany później na Moskiewską Akademię Rolniczą im. K. A. Timiriazewa. W ciągu kilku lat pracował w tymże Instytucie Rolniczym, pod kierunkiem świetnych naukowców D. N. Prianisznikowa i D. L. Rudzińskiego, gdzie stawiał pierwsze kroki nad badaniem odporności uprawnych roślin na grzyby pasożytnicze, nad wyselekcjonowaniem odpowiednich gatunków i form kultur zbożowych.

W następnych latach 1911—1912 zostaje praktykantem w Biurze Botaniki Stosowanej w Petersburgu, pozostającym pod kierownictwem R. E. Regela oraz doświadcza u znakomitego mikologa A. A. Jaczewskiego. W roku 1913 N. I. Wawiłow udaje się za granicę, gdzie kontynuuje i uzupełnia swoją wiedzę w Anglii u Beitsona, Penneta i Biffena oraz we Francji u Vilmorina, a także w Niemczech u Heckla.

W roku 1916 udaje się z ekspedycją do Iranu i Pamiru. W rok później N. I. Wawiłow zostaje profesorem genetyki, selekcji i szczegółowej uprawy roślin na Wydziale Agronomicznym Uniwersytetu Saratowskiego. W jednej ze swoich wcześniejszych prac jeszcze w 1917 r. N. I. Wawiłow opublikował doniesienie „O pochodzeniu uprawnego żyta” i dowodził, że żyto uprawne pochodzi od dzikiego żyta, zachwaszczającego zasiewy pszenicy i jęczmienia w Azji południowo-zachodniej.

Praca ta ma duże znaczenie teoretyczne. Przedstawia ona szczególny sposób przedstawiania się rośliny do uprawy rolniczej, ze stanu dzikiego do czystej kultury. Droga ta okazała się charakterystyczna nie tylko dla żyta, ale znalazła potwierdzenie dla wielu innych młodych rolniczych upraw.

W roku 1919 wyszła w świat monografia N. I. Wawiłowa pt. *Odporność roślin na choroby infekcyjne* (Immunitet rastenij k infekcyjnym zabołewanijam).

W roku 1920 N. I. Wawiłow sformułował znane „prawo homologicznych szeregów w dziedziczącej się zmienności” (Zakon homologiczeskich riadow w nasledstwennoj izmieničnosti), ustalające następujące prawidłowości. Gatunki i rodzaje, zbliżone do siebie pod względem genetycznym, charakteryzują się podobnymi szeregami dziedzicznej zmienności oraz wykazują taką prawidłowość, że znając szereg form w granicach jednego gatunku, można przewidzieć występowanie równorzędnych form u innych gatunków i rodzajów. Im bliżej pod względem genetycznym pozostają do siebie w ogólnym systemie rodzaje i linieony (gatunki zbiorowe), tym pełniejsze zachodzi podobieństwo w szeregach ich zmienności. W granicach poszczególnych rodzin można prześledzić określony cykl zmienności, zaznaczający się we wszystkich rodzajach i gatunkach należących do danej rodziny. Na podstawie tych sformułowanych regularności, wynikających z natury rzeczy, można było przewidzieć występowanie w przyrodzie bezjęzyczkowego żyta i pszenicy, ościstych i bezostnych form tej ostatniej, bezostnych i krótkościstych form twardych i angielskich pszenic, ozimych twardych pszenic, jarego dzikiego jęczmienia (*Hordeum spontaneum*), ozimych nagoziarnistych jęczmieni, soi o gładkich strąkach itp., które to w rzeczywistości zostały później odkryte (drugie wykanie prawa homologicznych szeregów ukazało się w 1935 r.).

W roku 1921 bierze czynny udział w Międzynarodowym Kongresie Rolnictwa,

odbywającym się w Stanach Zjednoczonych, przy czym wykorzystuje swój pobyt celem zebrania kolekcji nasion i wielu cennych odmian uprawnych gatunków roślin.

W roku 1923 N. I. Wawilow zostaje członkiem korespondentem Akademii Nauk SSSR oraz dyrektorem Państwowego Instytutu Agronomii Doświadczalnej, a potem dyrektorem Wszechzwiązkowego Instytutu Botaniki Stosowanej, później przemianowanego na Wszechzwiązkowy Instytut Uprawy Roślin (WIR), w którym to bardzo wysoko rozwiniął wszechstronne badania uprawnych i dziko rosnących użytkowych roślin spotykanych na całej kuli ziemskiej oraz w ZSRR w szczególności. W roku 1924 N. I. Wawilow wyjeżdża w celach naukowych do Afganistanu, gdzie zbiera interesujące kolekcje traw zbożowych. W roku 1926 przyznana jemu została nagroda im. W. I. Lenina, jako jednemu z pierwszych uczonych radzieckich. W czasie licznych ekspedycji przeprowadzono, za jego pośrednictwem, zbiory nasion wielu roślin uprawianych na całym świecie. Opracowanie tych materiałów umożliwiło stwierdzenie występowania wyjątkowej różnorodności i bogactwa form roślinnych spotykanych w miejscach starożytnych ośrodków rolniczych. Odkryto ogniska roślin uprawnych, gdzie na przestrzeni wielu tysiącleci, pod wpływem kultury rolniczej, powstawały formy, odznaczające się najcenniejszymi ekonomicznymi właściwościami.

N. I. Wawilow opublikował w 1926 r. fundamentalne dzieło pt. *Ogniska pochodzenia uprawnych roślin* (Centry proischożdenija kulturnych rastenij), w której to pracy, w oparciu o materiały zebrane w czasie wieloletnich badań, ustalił pięć zasadniczych ognisk czyli centrów pochodzenia roślin uprawnych. W kilkanaście lat później, na podstawie dalszych uzupełniających i wyczerpujących badań, opartych na ekspedycjach, odbytych na obszarach państw śródziemnomorskich (1926—1927), do Abisynii i Erytrei (1927), Chin, Japonii, Korei i na Formozę (1929), a także Ameryki Południowej (1932—1933), N. I. Wawilow uzupełnił i skorygował swoje dotychczasowe badania, powiększając do 8 liczbę ośrodków pochodzenia roślin uprawnych. N. I. Wawilow wyróżnił w pracy „Botaniczno-geograficzne podstawy selekcji” (Botaniko-geograficzeskije osnovy selekcji) ostatecznie następujące ogniska: 1) chińskie, 2) indyjskie lub indostańskie, 2a) indo-malajskie, 3) środkowo-azjatyckie, 4) przednioazjatyckie, 5) śródziemnomorskie, 6) abisyńskie, 7) południowomeksykańskie i środkowoamerykańskie, 8) południowoamerykańskie (peruwiańsko-ekwadorsko-boliwijskie, 8a) chilijskie, 8b) brazylijsko-paragwajskie. Przy opracowaniu powyższych obszarów ogniskowych pochodzenia roślin uprawnych, N. I. Wawilow korzystał z metody dyferencjacji botaniczno-geograficznej. Ojczyznę rośliny uprawnej określano na podstawie największej morfologicznej i fizjologicznej różnorodności jej cech, górskiego charakteru, obszaru jej występowania oraz na starożytności i prymitywizmie upraw rolniczych na danym obszarze.

W roku 1927 N. I. Wawilow zostaje pierwszym Prezesem Wszechzwiązkowej Akademii Nauk Rolniczych i znajduje się na czele tej instytucji w ciągu najbliższych sześciu lat. W tym też okresie zaczyna realizować tzw. „zasiewy geograficzne”. Tymi zasiewami objęte były czyste populacje różnych odmian pszenicy, jęczmienia, owsa, żyta, kukurydzy, lnu, słonecznika, grochu, wyki, łubinu i innych roślin. Ziarniaki i nasiona tych upraw były wysiewane w różnych zakątkach ZSRR, w różnych strefach geograficznych i glebowych, a stamtąd uzyskany nowy materiał siewny wracał do biochemicznych laboratoriów dla przeprowadzenia chemicznej analizy. Na odbytym w Rzymie, w 1927 r. Międzynarodowym Kongresie Rolniczym, N. I. Wawilowowi wręczono medal złoty za prace nad „zasiewami geograficznymi”. Równocześnie postanowiono zasiewy takie prowadzić w skali światowej.

W roku 1931 ukazuje się artykuł N. I. Wawilowa „Linneuszowski gatunek jako system” (Linniejewski wid kak sistema), gdzie autor pod pojęciem „gatunku Linneusza” rozumie: „wyodrębniony, złożony, ruchomy, morfologiczno-fizjologiczny system, związany swoim genetycznym pochodzeniem z określonym środowiskiem i zasięgiem”. Według N. I. Wawilowa gatunki — to prawidłowe rzeczywiście istniejące realne kompleksy, ruchome systemy, obejmujące kategorie różnej objętości...”

Olbrzymie zasługi N. I. Wawilowa, położone dla rozwoju genetyki, spowodował wybór jego na zastępcę przewodniczącego na VI Międzynarodowym Kongresie Genetyków, który odbył się w 1932 r. w USA, następnie na przewodniczącego VII Międzynarodowego Kongresu Genetyków, w 1938 r. w Edynburgu (Anglia). Jednym z dowodów szerokiego uznania dla zasług N. I. Wawilowa w dziedzinie genetyki było to, że portret jego widniał w czasopiśmie „Heredity” obok podobizn Darwina i Mendla.

Począwszy od 1935 r. N. I. Wawilow szeroko rozwinął eksperymentalne badania nad agroekologiczną klasyfikacją i cyklicznymi krzyżówkami uprawnych roślin, pochodzących z kolekcji znajdujących się w posiadaniu Wszechzwiązkowego Instytutu Roślin.

Polne zasiewy dziesiątków tysięcy odmian i form ziarniaków zbóż i nasion motylkowych oraz lnu, poddawane były naukowym obserwacjom w licznych oddziałach WIR, rozsianych bądź to na Kaukazie, w Środkowej Azji, na Dalekim Wschodzie oraz na innych niezmiernych obszarach ZSRR. Podobne badania N. I. Wawilow prowadził też w cieplarniach i w szklarniach doświadczalnych Puszkina pod Leningradem i w Moskwie na Górach Worobjewych.

Akademia Nauk SSSR przystąpiła w 1962 r. do specjalnego wydania poświęconego twórczości N. I. Wawilowa. Wybrane prace tego uczonego ukazały się w pięciu tomach, zawierających między innymi problematykę geografii, filogenei i selekcji pszenicy i żyta oraz przegląd bogactw roślinnych, a także zagadnienia z systematyki roślin uprawnych. W roku 1966 wydawnictwo „Nauka” wydało zbiorową publikację pt. „Zagadnienie geografii roślin uprawnych a N. I. Wawilow”. (Woprosy geografii kulturowych rastenij i N. I. Wawilow), gdzie umieszczone zostały artykuły uczonych E. N. Pawłowskiego, P. M. Żukowskiego, E. N. Sinskoj oraz innych, omawiających wkład N. I. Wawilowa do światowej nauki. Druga część tego zbioru uwzględnia wspomnienia współpracowników i uczniów N. I. Wawilowa.

Był to człowiek obdarzony nieustrudzoną energią i wielkim organizacyjnym talentem, wielostronny badacz, bogato obdarzony naturą, o szerokiej erudycji.

Znakomity biolog N. I. Wawilow pracował nad obszerną tematyką, dzieła jego zaznają: z introdukcją roślin, homologicznymi szeregami w dziedzicznej zmienności, ogniskami pochodzenia roślin uprawnych, z teorią odporności roślin. Odbył liczne podróże naukowe, z których przywiózł nieliczne kolekcje ziarniaków i nasion uprawnych. Przyczynił się do powstania światowej kolekcji uprawnych roślin, w różnych częściach kuli ziemskiej.

Pátos budowy nowego życia odpowiadał jego nieustającej w poszukiwaniach naukowych naturze, odznaczał się nadzwyczajną pracowitością, żywym poszukującym intelektem.

Prace naukowe N. I. Wawilowa jeszcze za jego życia były wysoko oszacowane przez cały świat naukowy. Został Członkiem Akademii Nauk oraz Towarzystw Naukowych prawie wszystkich państw. Pełną i obiektywną ocenę jego naukowych osiągnięć wyda historia, lecz z pewnością można przyjąć, że będzie ona wysoka.

BIOLOGICZNE ZNACZENIE BRADYKININ I KALLIDYN*

Rozwiązanie problemu biologii kinin zapoczątkowali już w 1937 r. badacze niemieccy (E. Werle, W. Goetze i A. Keppler), wykazując, że kallikreina otrzymana z trzustki ewentualnie ślinianki uwalnia w krwi nową substancję (to jest, kallidynę), działającą na mięśniówkę gładką.

W roku 1949 M. Rocha e Silva, W. T. Beraldo i G. Rosenfeld, badając właściwości jadu węża brazylijskiego *Bothrops jararaca*, zaobserwowali, że po upływie 1 minuty od chwili wstrzyknięcia jadu do krwi zwierzęcia, występuje nowy czynnik, działający silnie toksycznie na tkanki, powodując skurcz wyizolowanego jelita świnki morskiej oraz znaczny spadek tętniczego ciśnienia krwi u królika. Należy zaznaczyć, że działanie to jest analogiczne do czynności histaminy, z tą jedynie różnicą, że skurcz jelit zaznacza się słabiej, natomiast spadki ciśnienia krwi trwają dłużej w porównaniu z działaniem histaminy, stąd nazwa nowego czynnika — „bradykinina” (z greck. „bradys kineo” = powoli poruszający się).

Stwierdzono również, że biosyntezę bradykininy katalizują swoiste enzymy proteolityczne zawarte nie tylko w jadach niektórych wężów, lecz także w śliniance oraz trzustce. Aktywność bradykininy jest jednak krótkotrwała, ponieważ zanika ona całkowicie po upływie około 10 minut. Fakt ten przypisują badacze brazylijscy działaniu kininaz. Według D. Armstronga, C. A. Kelle'go, J. B. Jepsona i J. W. Stewarta, krew stojąca w naczyniach szklanych wytwarza nową substancję o właściwościach bradykininy.

R. Jaques i M. Schachter oraz M. Schachter i E. M. Thain stwierdzili, że jad os zawiera pewien związek peptydowy powodujący skurcz wyizolowanej mięśniówki gładkiej, spadek ciśnienia krwi oraz intensywne bóle wskutek podrażnienia czuciowych zakończeń nerwowych (tzw. kinina os).

Autor zaznacza, że termin „kininy” jest stosowany przez różne specjalności nauk biologicznych, uzasadniając następująco. Na przykład, w botanice terminem tym określa się pewne pochodne puryny, będące akceleratorami procesów wzrostu i rozwoju owoców; w fizjologii człowieka i zwierząt natomiast — trzy grupy związków o zbliżonych do siebie właściwościach biologicznych: 1) grupa bradykininy (należą tu niektóre nonapeptydy); 2) grupa kallidyny (dekapeptydy), np. lyzylo-bradykinina, glicylo-bradykinina z jadu os oraz 3) grupa kinin o cząsteczce zbudowanej z 11 aminokwasów, należą tu: metionylo-lyzylo-bradykinina, phyllokinina (O-siarczan bradykinilo-izoleucylo-tyrozyny) ze skóry płaza brazylijskiego *Phyllomedusa rohdei*.

Interesujący jest fakt, że bradykinina, biosyntetyzowana przez różne tkanki i narządy, jest wydalana z ustroju z moczem. Największe ilości bradykininy stwierdzono dotychczas w skórze żaby *Rana temporaria* (250 mikrogramów/g), która zawiera ponadto i inne typy kinin.

Również w krwi człowieka występują trzy różne kininy: dwie odmiany kallidyn, z których jedną zidentyfikowano, jako bradykininę, a drugą jako lyzylo-bradykininę, natomiast trzecią kininą krwi jest wspomniana wyżej metionylo-lyzylo-bradykinina.

Ponadto autor stwierdza, że biosynteza, metabolizm oraz bioanaliza kinin w ustroju ssaków jest w rzeczywistości bardzo złożonym procesem, dotychczas jeszcze nie poznanym we wszystkich szczegółach. W zasadzie procesy te przebiegają w następujący sposób. Pod wpływem substancji czynnej powierzchniowo lub wskutek zmian w biochemizmie krwi (zwiększona krzepliwość) następuje aktywacja faktora Hegemana, który po połączeniu z kallikreinogenem uwalnia kallikreinę, ta dopiero pod wpływem kininogenu przechodzi w kininę. Aktyw-

* H. O. J. Collier, *Bradykinin and its allies*. Endeavour, vol. XXVI, No. 100, 14—17, 1968.

ność kininy ulega stosunkowo szybko zniesieniu przez enzym kininazę. Prawdopodobnie przebieg wyżej opisanych reakcji modyfikuje obecność kilku systemów aktyuatorów oraz inhibitorów reakcji.

W przeciwieństwie do ważnych życiowo hormonów endokrynogennych, kininy zaliczono do grupy tzw. hormonów wewnątrztkankowo-komórkowych. Zaznaczyć należy, że kininy wprowadzone do krwioobiegu wywierają silne działanie toksyczne na cały ustroj. W. Feldberg i G. P. Lewis wykazali, że kininy pobudzają czynności rdzenia nadnerczy, natomiast równocześnie uwolniona w nadmiarze adrenalina wywiera działanie antagonistyczne do kinin.

W konkluzji autor stwierdza, że ogólne działanie kinin polega na zaktywizowaniu miejscowych reakcji obronnych ustroju w wypadku uszkodzeń tkanek, np. wskutek ukąszenia przez jadowite węże. Z drugiej jednak strony kininy przyspieszają wystąpienie spraw zapalnych tkanek, a więc procesów niekorzystnych dla zdrowia ustroju. Interesujący jest zdaniem autora zwłaszcza paralelizm biosyntezy kompleksów kinin oraz procesów krzepnięcia krwi.

Wiktor Janusz Pajor

IŁOŚCIOWE OZNACZANIE PROCESÓW FOTOSYNTEZ W KOMÓRKACH ROŚLIN WYŻSZYCH*

Jak wiadomo procesy fotosyntezy, zachodzące w komórkach chlorofilonośnych, należą do skomplikowanych biochemicznie zjawisk, rozpadających się na kilka ściśle uzależnionych od siebie etapów. Pierwszy etap obejmuje wybiórczą bioaktywację promieni światła słonecznego o zakresie długości fal 705 i 730 milimikronów, z następową wędrówką strumienia elektronów od cząsteczek wody do cząsteczek fosforanu dwunukleotydoadeninowego za pośrednictwem kilku systemów enzymów i cytochromów, przy czym równocześnie zachodzą procesy fotofosforylacji (biosynteza ATP). W drugim etapie fotosyntezy zachodzi przeróbka dwutlenku węgla do prostych cukrowców itd.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono istnienie korelacji pomiędzy natężeniem absorpcji promieni świetlnych, natężeniem fotofosforylacji a szybkością wędrówek elektronów oraz jonów przez błony biologiczne (komórkowe i wewnątrzkomórkowe), co w konsekwencji pozwoliło na opracowanie następujących jednostek, umożliwiających praktyczne oznaczenie natężenia zachodzących aktualnie procesów fotosyntezy:

- 1) jednostki funkcji systemu transportującego elektrony = 10^3 cząsteczekom chlorofilu;
- 2) jednostki funkcji systemu translokującego protony = 10^5 cząsteczekom chlorofilu;
- 3) jednostki funkcji fotofosforylacji (a więc natężenia biosyntezy ATP);
- 4) jednostki „thylakoid”. Jest to umowna jednostka biochemiczna, stanowiąca hipotetyczny twór w kształcie pęcherzyka wewnątrzkomórkowego otoczonego błoną.

Obliczono, że jeden thylakoid odpowiada jednostce funkcji systemu translokującego protony, a zarazem jednostce funkcji fotofosforylacji, ponieważ natężenie biosyntezy ATP utrzymuje się proporcjonalnie do procesów translokacji protonów.

Ponadto stwierdzono, że jeden thylakoid zawiera na swej powierzchni kilkakrotnie jednostek systemów transportujących elektrony. Równolegle do każdego

* W. Junge, E. Reinwald, B. Rumberg, U. Siggel, H. T. Witt, *Further Evidence for a New Function Unit of Photosynthesis*, *Naturwissenschaften*, vol. 55, z. 1, 36, 1968.

przepływu strumienia elektronów następuje translokacja jonów protonowych w głąb thylakoidu, natomiast przepływ tych elektronów w odwrotnym kierunku akceleroje procesy fotofosforylacji.

Wiktor Janusz Pajor

ZAHAMOWANIE BIOSYNTEZ WIELOCUKROWCÓW W KOMÓRKACH WYŻSZYCH ROŚLIN*

Kultury *Zea mays* L. i *Cucumis sativus* L. podlewano 0,1—0,2% roztworami galaktozy. Po upływie kilku godzin stwierdzono w komórkach korzeni znaczną koncentrację galaktozo-1-fosforanu. Związek ten jest inhibitorem enzymu, biokatalizującego przemianę glukozy-1-fosforanu, w konsekwencji więc dochodzi do zablokowania metabolizmu UDP-glukozy oraz zahamowania biosyntez sacharozy, kwasów wielogalakturnowych, celulozy i skrobi.

Hipotezę potwierdzono badaniami metodą izotopową (^{14}C -galaktoza).

Wiktor Janusz Pajor

IDENTYFIKACJA NOWEGO AMINOKWASU W WYCIĄGACH Z HISTONÓW**

Metodą chromatografii wyciągów z histonów jąder komórkowych stwierdzono obecność nowego aminokwasu, który zidentyfikowano jako Σ -N-trójmetylizynę. Analogiczne wyniki uzyskano również przy użyciu metody izotopowej (^3H -lizyna).

Obecność wszystkich trzech pochodnych metylowych lizyny wykryto w białkowych frakcjach histonów z jąder komórkowych wątroby, nerek, jelita cienkiego i śledziony, a ponadto w mikrosomach, mitochondriach i cytoplazmie komórek wątroby szczura, grasicy cielęcia oraz komórek ascites Ehrlicha u myszy.

Zarazem autorzy zwracają uwagę na znaczne rozprzestrzenienie biologiczne wszystkich trzech pochodnych metylowych lizyny. Wyjątkowo nie stwierdzono obecności tych związków w niektórych protaminach (w kłupenie i salminie), w albuminach surowicy, w gamma-globulinach, w rybonukleazie A oraz alfa-chymotrypsynie z trzustki bydlęcej, w insulini bydlęcej, w alfa-amylazie (typ II) z *Bacillus subtilis* oraz w wysuszonym wyciągu acetonowym z *Escherichia coli* i *Streptococcus faecalis*.

Interesujący jest fakt, że histony bogate w argininę charakteryzują się wyższą zawartością wszystkich trzech metylowych pochodnych lizyny w porównaniu z frakcją o znacznej przewodzie lizyny.

Wiktor Janusz Pajor

NOWE BADANIA BIOCHEMIZMU TKANKI MÓZGOWEJ***

Cohen, Simon, Berry i Chain w 1962 r. ustalili, że inkubacja tkanki mózgowej z dodatkiem znaczonego kwasu glutaminowego powoduje przemianę tego związku na kwas asparaginowy o mocy radioaktywności przewyższającej prawie cztero-

* H. Goering, E. Reckin, *Galaktose-1-phosphat als Inhibitor von Polysaccharid-Synthesen hoeherer Pflanzen*, Naturwissenschaften, vol. 55, z. 1, 40, 1968.

** K. Hempel, H. W. Lange, Σ -N-Trimethyllysin, eine neue Aminosaeure in Histonen, Naturwissenschaften, vol. 55, z. 1, 37, 1968.

*** G. Simon, M. M. Cohen, J. F. Berry, *Conversion of Glutamate into Aspartate in Guinea-Pig Cerebral-Cortex Slices*, The Biochemical Journal, vol. 107, 1, 109, 1968.

krotnie promieniotwórczość innych związków biorących udział w cyklu kwasu cytrynowego. Stąd wniosek, że biosynteza kwasu asparaginowego nie jest biokatalizowana przez enzymy cyklu kwasu cytrynowego, w przeciwieństwie do kontrowersyjnej hipotezy Haslama i Krebsa (1963).

Następnie Simon, Cohen i Berry rozstrzygnęli problem istnienia dwóch kontrowersyjnych teorii w ten sposób, że stosując metodę izotopową wykazali biokatalizę enzymatycznych systemów, biorących udział w cyklu kwasu cytrynowego, w przemianie kwasu glutaminowego do asparaginowego.

W tym celu przeprowadzono doświadczenia z trzema odmianami znakowanego kwasu glutaminowego 1) $U-^{14}C-$, 2) $5-^{14}C-$ oraz 3) $1-^{14}C-$), uzyskując w rezultacie trzy odpowiednie odmiany znaczonego kwasu asparaginowego o różnej mocy radioaktywności: 1) 0,92, 2) 0,7 oraz 3) 0,04. Radioaktywność wyizolowanych związków pośrednich, biorących udział w cyklu kwasu cytrynowego, waha się w granicach 0,20.

W konkluzji autorzy zaznaczają, że w procesach biosyntezy kwasu asparaginowego następuje równocześnie ubytek ilościowy kwasu glutaminowego. Na fakt ten zwrócili uwagę w ubiegłych latach Krebs (1935, 1950), Krebs i Bellamy (1960) oraz Borst (1962).

Natomiast według Borsta (1962) oraz Haslama i Krebsa (1963), dodatek kwasu malonowego do środowiska reakcji nie wpływa na zwiększenie zawartości kwasu asparaginowego.

Należy zaznaczyć, że węgiel C-1 kwasu glutaminowego nie ulega przyłączeniu do cząsteczki kwasu asparaginowego.

Wiktor Janusz Pajor

O ZAGADNIENIU POMPY SODOWEJ*

Jedną z teorii, wyjaśniających działanie mechanizmu przekazywania impulsów nerwowych, jest teoria oparta o badanie związku między aktywnym transportem sodu z komórki i reakcjami w komórce.

Prace Kometiani i Kajuszina dostarczają podstawy do przypuszczenia, że niektóre reakcje oksydo-redukcyjne w komórce są związane z aktywnym transportem. Szereg prac wskazuje na poważną rolę rodników fenoksylowych w tych procesach.

Ponieważ wiele substancji biologicznych posiada grupy fenolowe wydaje się celowe przeprowadzenie doświadczeń modelowych, wyjaśniających rolę kationów metali alkalicznych w procesie utleniania fenoli. Autorzy stwierdzili, że podczas przepuszczania przez jonity KU-1 roztworów zasad, grupy fenolowe utleniały się i tworzyły rodniki fenoksylove. Opracowana metoda pozwalała notować kinetyczne krzywe powstawania rodników. Kilka ziaren jonitu umieszczono w cienkiej kapilarze szklanej umieszczonej w rezonatorze spektrofotometru elektronowego rezonansu paramagnetycznego. Po rozpoczęciu przepływu przez kapilarę roztworu ługu spektrofotometr rejestrował pojawienie się i wzrost stężenia rodników fenoksylowych. W ciągu pierwszych minut uruchomienia procesu stężenie rodników wzrasta liniowo w czasie. Nachylenie krzywej kinetycznej w początkowym odcinku (dR/dt_0) odpowiada parametrowi, zależnie od prędkości reakcji chemicznej i procesów dyfuzji.

Zbadano krzywe kinetyczne otrzymane podczas przepływu roztworów: a) 0,2 n NaOH; b) 0,2 n NaOH+0,2 n NaCl; c) 0,2 n NaOH+0,4 n NaCl; d) 0,2 n NaOH+0,6 n NaCl. Wykres zależności (dR/dt_0) od stężenia kationów Na^+ przedstawiło-

* W. I. Muromcew, I. J. Nikołajew, C. C. Czuwilewa: K woprosu o miechanizmie natiewowo nasosa, Biofizyka, AN SSSR, 1967, t. 12, nr 6, s. 1097.

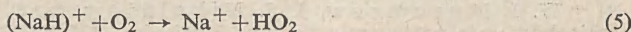
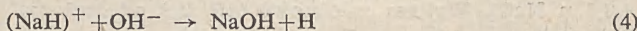
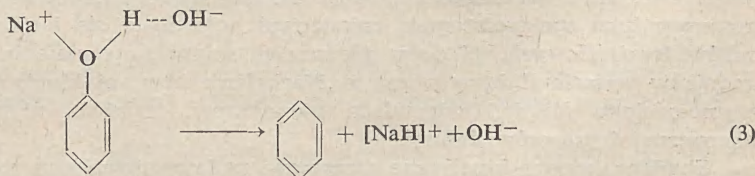
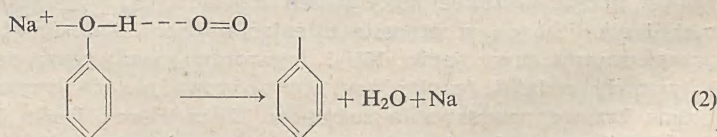
no na rysunku. W celu wyjaśnienia zależności wydajności rodników od pH roztworów przy stałym stężeniu kationów badano krzywe kinetyczne otrzymane przy przepływie roztworów: a) 0,2 n NaOH+0,4 n NaCl; b) 0,3 n NaOH+0,3 n NaCl; c) 0,4 n NaOH+0,2 n NaCl; d) 0,6 n NaOH. Zależność (dR/dt_0) od stężenia anionów OH— przedstawiono również rysunkiem (krzywe 2a i 2b). Krzywe 1a i 2b odpowiadają przypadkowi, gdy roztwory znajdowały się w kontakcie z powietrzem. Dla odtlenionych roztworów:

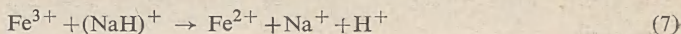
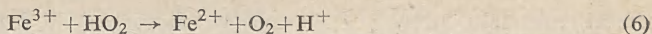
$$\frac{dR}{dt_0} = \alpha (Na^+) \times (OH^-) \quad (1)$$

gdzie α współczynnik proporcjonalności równy dla kationów $Na+4,5 \cdot 10^{17}$ sprn/cm³ min mol; (Na^+), (OH^-) — stężenie kationów Na^+ i anionów w molach. W roztworach zasad nachylenie krzywej kinetycznej jest proporcjonalne do stężenia zasad.

Wydajność rodników i nachylenie krzywej kinetycznej w roztworach KOH była 2,7 razy mniejsza w porównaniu z NaOH.

W mieszaninie roztworu NaCl i KCl „zdolność utleniająca” kationów potasu była również 2,7 razy mniejsza w porównaniu z Na^+ . Obecność tlenu w roztworach wprowadza wyraźną asymetrię do działania Na^+ i OH—. W badanych jonitach występują mikrodomieszki trójwartościowego Fe ($C=10^{-3}$ mol/L), które mają wyraźny wpływ na przebieg procesu. Zwiększenie stężenia absorbowanego na jonie Fe^{3+} prowadzi do zwiększenia wydajności rodników. Oprócz kinetyki powstawania rodników badane procesy powodują ich zanik. Stwierdzono, że przepływ HCl powoduje szybki zanik rodników. Dodanie do roztworu wody utlenionej również powoduje zanik rodników z wyraźnie różniącym się okresem indukcji i stałą dolną granicą. Stwierdzono, że krzywe kinetyczne otrzymane przy przepływie 0,6 n NaOH i 0,6 n NaOH+0,5 n H_2O_2 pokrywają się w ciągu pierwszej minuty po rozpoczęciu procesu, lecz później krzywe dla roztworów zawierających H_2O_2 wykazują nagle załamanie i szybkie zmniejszenie stężenia rodników. Zmniejszenie stężenia wody utlenionej powoduje proporcjonalne przedłużenie okresu czasu, w którym krzywe kinetyczne roztworów zawierających i niezawierających wody utlenionej pokrywają się. Stwierdzenie zależności procesów oksydo-redukcyjnych od typu i stężenia metali alkalicznych wskazuje na ich ważną rolę w procesach utleniania fenoli. Kationy metali alkalicznych są odpowiedzialne za utlenianie, a jony trójwartościowego żelaza przesuwają równowagę reakcji w stronę powstawania rodników fenoksylowych zgodnie z następującymi wzorami:





Równanie 2 podaje w sposób bardziej szczegółowy ogólnie przyjęty przebieg utleniania przez tlen. Zgodnie z równaniem 2 utlenianie fenoli przebiega przez stadium tworzenia i rozpadu kompleksu typu jonu oksoniowego (3), gdzie wodór grupy fenolowej tworzy wiązanie wodorowe z anionem OH^- . Obniżenie energii aktywacji osiąga się prawdopodobnie wskutek wiązania jednoelektronowego $(\text{NaH})^+$, które powstaje przy przejściu elektronu niepodzielnej pary z orbity $2p_z$ tlenu na orbitę molekularną. Istnienie wiązania wodorowego z anionem OH^- zmniejsza energię niezbędną dla utworzenia przestrzennego oddzielenia rodnika fenoksylowego i kationu-rodnika $(\text{NaH})^+$, który bardzo prędko reaguje wg równania (4), (5) lub (7). Prawdopodobieństwo tych reakcji zależy od stosunku stężeń O_2 , OH^- i Fe^{3+} . Reakcje (2) — (5) określają początkowe stadia procesu, a reakcje (6) — (7) przesunięcie równowagi w kierunku powstawania rodników fenoksylo- wych.

Uzyskane dane pokrywają się ze znanymi hipotezami, według których aktywny transport zachodzi wskutek dyfuzyjnego strumienia neutralnych, nietrwałych, pośrednich połączeń sodu. Energia zużywana na procesy przemiany komórki związana z aktywnym transportem wykorzystywana jest do syntezy związków pośrednich urzeczywistniających transport. Prawdopodobnie celowe będzie omówić hipotezę, według której aktywny transport odbywa się dzięki cząsteczkom NaOH , które powstają w wyniku procesów oksydo-redukcyjnych w komórce według równań (3) — (4).

Konstancja Jakutowicz

MODYFIKACJA METODY ILOŚCIOWEGO OZNACZANIA KWASÓW NUKLEINOWYCH*

Spośród metod ilościowego oznaczania kwasów nukleinowych za najdokładniejsze uważa się metody, w których korzysta się z fal dwóch długości przy odczytach dla tego samego preparatu RNA i DNA. Jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod jest stosunkowo prosta metoda Spirina, lecz dokładność jej jest niewystarczająca oraz metoda Caniewa i Markowa. Niedociągnięciami tych metod są: niedokładność oznaczenia pary długości fal dla RNA i DNA, złożoność sposobu oznaczenia współczynników r i k , warunki hydrolizy tkanek w środowisku zasadowym oraz brak metody utrwalania tkanek.

Gałkin i Berdyszew opracowali sposób utrwalania tkanek polegający na zagotowaniu jej w mieszaninie alkoholu i wody 1:3 (v/v). Następnie zalewa się zakonserwowaną tkankę świeżym alkoholem. W tym stanie można ją przechowywać kilka miesięcy. Ekstrakcja lipidów wg autorów powinna poprzedzać ekstrakcję związków rozpuszczalnych w kwasach. Do ekstrakcji lipidów autorzy stosują $\text{CCl}_3 - \text{CH}_3\text{OH}$ (3:1), a następnie eter. Ten sposób ekstrakcji jest prostszy od sposobu stosowanego w metodzie Caniewa i Markowa. Zmiana warunków hydrolizy zasadowej w modyfikacji autorów (0,5 n KOH przy 370° przez 18 godz.) zmniejsza niebezpieczeństwo dezaminacji kwasu cytydylowego, lecz jednocześnie zapewnia całkowitą hydrolizę kwasów nukleinowych do mononukleotydów. Pozostałe wa-

* Gałkin W. W., Berdyszew G. D.: W woprosu o kolicziestwiennom opridilenii nukleinowych kislot biohimiczeskimi mietodami w tkaniach razlicznych żywotnych, *Biochimija*, 1968, t. 33, nr 1, s. 62.

runki rozdziału RNA i DNA uległy nieznacznym zmianom z tym, że odczyty ekstynkcji RNA przeprowadza się przy 260 i 285 m μ a dla DNA przy 268 i 285 m μ .

Konstancja Jakutowicz

BADANIE NAŚWIELLONEGO INTERFERONU METODAMI BIOLOGICZNYMI I EPR *

Wolne rodniki, które można rejestrować metodą EPR w naświetlanych obiektach biologicznych, odgrywają ważną rolę w łańcuchu reakcji między pochłanianiem energii przenoszonej przez rodniki i obiektem biologicznym.

Mimo to w ostatnim okresie nagromadzają się dane o istnieniu prostej korelacji między wielkością sygnału EPR w naświetlonych układach biologicznych a wielkością porażenia biologicznego.

Tematem niniejszej pracy było badanie preparatu przeciwwirusowego o charakterze białkowym — interferonu. Badano kinetykę nagromadzenia się wolnych rodników w naświetlonym interferonie z równoczesnym badaniem jego aktywności przeciwwirusowej.

METODA

Rodzimy interferon otrzymano z embrionów kurzych zakażonych wirusem grypy świń szczepem 535. Oczyszczenie i zateżnienie preparatu przeprowadzono metodą wytrącania za pomocą siarczanu amonu, a także i octanem sodu, a następnie przez rozdział chromatograficzny na kolumnach z sefadexem C₇ — 100 i DEAE, A — 50. Wpływ frakcji białkowej z kolumny śledzono spektrofotometrycznie przez pomiar pochłaniania przy 280 m μ za pomocą spektrofotometru „Hilger”. Frakcje wchodzące w skład jednego „piku” łączono, mierzono objętość i sprawdzano aktywność biologiczną interferonu. Interferon rodzimy i aktywne frakcje oczyszczonego preparatu suszono przez liofilizację i naświetlanie.

Naświetlanie przeprowadzono w temperaturze pokojowej promieniami „gamma” za pomocą źródła kobaltowego o sile promieniowania 0,6 mR/godz. Jako źródło promieniowania jonizującego stosowano aparat Tesla, przy pomocy którego preparaty wyjściowe poddawano działaniu plazmy gazowej o wysokiej częstotliwości rozładowań. Bezpośrednio przed naświetlaniem promieniami „gamma” i „Tesla” próbki doprowadzano do próżni ok. $5 \cdot 10^{-2}$ mm Hg.

Widma EPR otrzymywano na radiospektrofotometrze typu RE 1301 ($\alpha = 3,2$ cm) w temperaturze pokojowej. Względne stężenie rodników określano przez porównanie amplitud sygnałów EPR badanych próbek, ponieważ kształt krzywych EPR pochłaniania we wszystkich przypadkach był podobny.

Aktywność przeciwwirusową preparatów interferonu określano na podstawie zahamowania działania wirusa pęcherzykowego zapalenia jamy gębowej (szczep Indiana) w hodowli kurzych komórek fibroblastów.

Wyniki nagromadzania się wodnych rodników przy naświetlaniu preparatów interferonu dawkami w granicach 1 do 10 mR przedstawiono na rysunku. Nagromadzenie charakteryzuje się krzywą dążącą do nasycenia przy 10 mR.

Przy badaniu właściwości biologicznych rodzimych i wysokoczynnych naświetlonych preparatów interferonu nie stwierdzono utraty aktywności antywirusowej. Nie wykryto również toksycznego działania naświetlonych preparatów na komórki fibroblastów kurzych w hodowli tkankowej fibroblastów. Wykryte w naświetlanym interferonie wolne rodniki nie wykazały inaktywującego działania.

* M. G. Bostandzon, T. I. Boliezina, M. M. Wilenczik, N. I. Karabielnikowa, A. E. Kalnianson: *Izuczenie obłuczenia interferonu biologiczeskimi i EPR-mietodami*, Biofizyka, ANSSSR, 1967, t. 12, nr 6, s. 1092.

Ilościowo nagromadzenie wolnych rodników w ciągu 20 min naświetlania wysokoczęstotliwymi rozładowaniami „Tesli” było równoważne naświetlaniu w podobnych warunkach dawką 1 mR.

Konstancja Jakutowicz

WPŁYW LIOFILIZACJI NA WIDMO EPR TKANEK ZWIERZĘCYCH*

Dotychczas korzystanie z metody EPR w badaniach obiektów biologicznych napotyka na trudności, gdyż istniejące radiospektrometry na ogół uniemożliwiają badanie wilgotnych preparatów biologicznych. Tę trudność można usunąć przez zastosowanie wstępnej liofilizacji, względnie, jeśli czułość radiospektrofotometru jest odpowiednia, przez zamrażanie preparatów i przeprowadzenie badań w niskich temperaturach. Równocześnie zakłada się, że w obu przypadkach zachodzi utrwalanie procesów metabolicznych i otrzymywane widma EPR odpowiadają poziomowi procesów przemiany w układzie biologicznym. Najczęściej jest stosowana metoda liofilizacji, gdyż przypuszcza się, że zostaje zachowana rodzimność tkanki oraz że widmo EPR nie ulegnie zmianie.

Autorzy postanowili porównać widma EPR uzyskane na preparatach liofilizowanych i zamrożonych, gdyż w literaturze można napotkać poglądy, że liofilizacja zmienia widma EPR.

Autorzy badali widma ERP tkanek myszy, królików (szynszyli) oraz innych zwierząt (szczurów, gołębi i kotów). Badania obejmowały widma EPR tkanek zamrożonych, liofilizowanych, nawilżonych płynem fizjologicznym po liofilizacji oraz przetrzymywanych w powietrzu przez 10 minut po liofilizacji.

Badania wykazały zanik niektórych sygnałów w preparatach liofilizowanych; praktycznie bez zmiany w tych preparatach pozostają sygnały EPR wywołane przez wolne rodniki, kompleks żelaza związanego z substancjami zawierającymi siarkę i azot oraz prawdopodobnie kompleks z molibdenem. Wprowadzenie tkanki liofilizowanej na krótko do roztworu fizjologicznego przywraca prawie kompletnie widmo tkanki zamrożonej. Również przetrzymanie tkanki przez 10–15 min na powietrzu ma ten sam skutek. Wzrasta przy tym wyraźnie sygnał dla wolnych rodników. Dłuższe przetrzymywanie liofilizowanego preparatu w powietrzu (kilka godzin) prowadzi do zaniku sygnału dla żelaza niehemowego, podczas gdy pozostałe nie zmieniają się.

Podobne wyniki uzyskano również z innymi tkankami zwierzęcymi (szczur, gołąb, kot). Natomiast w przypadku preparatów nadnerczy liofilizacja prowadzi do nieznacznego tylko obniżenia sygnałów żelaza hemowego, które wykazują znaczną intensywność w porównaniu z sygnałami żelaza niehemowego w innych tkankach. Przechowywanie preparatów nadnerczy w powietrzu przez kilka godzin prowadzi do zaniku tych sygnałów, natomiast intensywność sygnałów wolnych rodników wzrasta zdecydowanie.

Otrzymane wyniki wyraźnie wskazują, że liofilizacja zmienia w istotny sposób widmo EPR tkanek. Zanika sygnał dla Fe niehemowego przy $g = 1,97$, sygnał Fe hemowego w mikrosomach oraz sygnał jonów Mn^{2+} . Równoczesne sygnały kompleksów Mo (V) o wartości $g = 1,97$ i Fe przy $g = 2,03$ nie giną. Sygnały wolnych rodników przy starannie przeprowadzonej liofilizacji nie ulegają zmianom. Rozmrażanie podczas liofilizacji, tj. podniesienie temperatury powyżej -40° przy wilgotności preparatu 24–100% powoduje wzrost intensywności sygnału 2–4 razy. Szczególnie silny wzrost intensywności sygnału ma miejsce przy prze-

* A. F. Wanin, A. G. Czetwiernikow, L. A. Bliumenfeld: *Wlianie liofilizacji na spektry EPR tkaniej żywotnych*, Biofizyka, 1968, t. 23, nr 1, s. 66.

noszeniu próbki z próżni, gdzie prowadzono liofilizację, do ampułki, w której przeprowadza się badanie widma EPR, gdy preparat nawet przez krótki okres czasu styka się z wilgotnym argonem i tlenem.

Być może tym właśnie należy tłumaczyć różnice w wynikach pomiarów intensywności sygnałów EPR dla wolnych rodników w różnych narządach zwierząt między liofilizowanym preparatem a wilgotnymi i zamrożonymi. Autorzy po starannie przeprowadzonej liofilizacji otrzymali stosunki intensywności sygnałów pokrywające się ze stosunkami sygnałów EPR w zamrożonych (wyniki własne) i wilgotnych preparatach.

Wymienione wyżej fakty powodują, że liofilizacja na podstawie widm EPR nie może być uważana za metodę utrwalającą stan aktywnych centrów metabolicznych w układach biologicznych, ponieważ usunięcie wody (do zawartości 2—3%) uniemożliwia rejestrację niektórych ośrodków paramagnetycznych ani w temperaturze -196° , ani też w temperaturze pokojowej. W związku z tym należy wspomnieć o dążeniu do prowadzenia badań wyłącznie na wilgotnych, funkcjonujących preparatach biologicznych — uzyskuje się wówczas analogiczną sytuację: traci się informację o ośrodkach paramagnetycznych, które można zarejestrować tylko w niskich temperaturach (kompleksy hemowe i niehemowe żelaza w mitochondriach, kompleksy hemowe żelaza w mikrosomach i in.). Oczywiście jest, że pełną informację o stanie paramagnetycznych ośrodków w preparatach biologicznych można uzyskać tylko przy rejestracji widm EPR w różnych temperaturach.

Omawiając ujemne strony liofilizacji należy jednak podkreślić wartościowe informacje o rodzaju ośrodków paramagnetycznych, które za pomocą tej metody można uzyskać. 1. Liofilizacja pozwala nam wykryć słabe sygnały przy wartości $g = 2,03$ i $1,97$, które nie zanikają przy zaniku widma jonów Mn^{2+} . 2. Liofilizacja z przeprowadzaniem następnie nawilżaniem preparatów pozwoliła nam wykryć odwracalne zanikanie sygnałów EPR mikrosomalnego żelaza hemowego i niehemowego przy $g = 1,94$ podczas usuwania wody z tkanek. Świadczy to o tym, że woda w sposób istotny wpływa na strukturę elektronową omawianych ośrodków. Ciekawe jest, że odtwarzanie się widm zachodzi również podczas krótkotrwałego działania wilgotnego gazu (argon, powietrze) na liofilizowany preparat. Wynika z tego, że dla odtworzenia widma wystarczają nieznaczne ilości wody tworzącej bądź to warstwę strukturalną, bądź to wchodzącej w skład ligandowej powłoki kompleksów z metalami. Następujący później zanik sygnału Fe niehemowego w liofilizowanej próbce jest spowodowany, przy długotrwałym przetrzymywaniu w wilgotnym powietrzu, utlenieniem tego ośrodka tlenem powietrza.

Fakt, że w nadnerczach intensywność sygnału Fe niehemowego przy usuwaniu wody spada nieznacznie, może wskazywać na to, że woda jest tu związana trwale lub usuwanie jej jest utrudnione występowaniem warstewki hydrofobowej.

Zanik sygnałów EPR kompleksów żelaza po usunięciu wody może być wywołany przez szereg przyczyn: 1) usunięcie wody może doprowadzić do zmiany struktury elektronowej pojedynczego kompleksu i zaniku jego właściwości paramagnetycznych, 2) usunięcie wody może znacznie silniej zwiększyć współdziałanie ośrodka paramagnetycznego z siatką, co powinno prowadzić do silnego poszerzenia sygnałów, 3) w wypadku nieobecności wody może wystąpić silne współdziałanie dipol - dipol między znajdującymi się blisko kompleksami, co powoduje poszerzenie sygnału, 4) usunięcie wody może spowodować zwiększenie współdziałania między centrami paramagnetycznymi typu antyferromagnetycznego, co również wywołuje utratę paramagnetycznych właściwości próbki. Autorzy przypuszczają, że ostatnia przyczyna wywołuje zanik sygnałów.

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

KRÓTKI ZARYS HISTORII BADAŃ ALGOLOGICZNYCH PROWADZONYCH NA UNIWERSYTECIE MOSKIEWSKIM W OSTATNIM 50-LECIU

Wydawany przez Uniwersytet Moskiewski „Westnik Moskovskowo Uniwersiteta” opublikował w nr 5 z 1967 r. artykuł N. P. Gorbunowa omawiający osiągnięcia radzieckiej nauki w zakresie algologii, który to w streszczeniu pozwalam sobie przedstawić.

Badania algologiczne na Uniwersytecie Moskiewskim zainicjowane zostały przez I. N. Gorożankina. Był on założycielem szkoły botaników, którzy w swoich badaniach hołdowali kierunkowi ontogenetycznemu i porównawczo-morfologicznemu.

Jednym z najwybitniejszych przedstawicieli „gorożankińskiej” szkoły był L. I. Kursanow, który założył w 1918 r. Katedrę Roślin Niższych i kierował nią do 1954 r. L. I. Kursanow rozwinął ontogenetyczne metody badań, uzupełniając je metodami cytologicznymi. Ten ontogenetyczny i morfologiczno-cytologiczny kierunek stał się na wiele lat kierunkiem przewodnim w badaniach glonów prowadzonych na Uniwersytecie Moskiewskim. L. I. Kursanow, w pierwszych latach swojej działalności naukowej przeprowadził szereg morfologiczno-cytologicznych badań nad glonami, zaś później głównie nad grzybami. W roku 1927 opublikował (razem z N. M. Szemachanową) pracę o zmianie faz jądrowych u zielenicy *Chlorochytrium lemnae* Cohn. (organizm diploidalny), u której stwierdził podział redukcyjny zachodzący przed wytworzeniem gamet. Pod kierunkiem L. I. Kursanowa M. S. Magitt (1925) przeprowadził badania nad kariokinezą u *Penium*. Kierunek morfologiczno-cytologiczny w badaniach algologicznych kontynuowany był przez uczennicę L. I. Kursanowa — N. P. Gorbunową.

Na Uniwersytecie Moskiewskim również były prowadzone, niezależnie od wyżej wspomnianych, liczne badania algologiczne przez ucznia I. N. Gorożankina — K. I. Mejera, którego głównym zainteresowaniem były przede wszystkim zielenice, dopiero potem nastąpiło opracowanie okrzemek i złotowiciowców.

Badaniami nad okrzemką *Gomphonema geminatum* Lyngb. K. I. Mejer (1929) potwierdził na krótko przedtem ogłoszone wyniki studiów L. Geitlera i Cholnoki, że podział redukcyjny u okrzemek poprzedza tworzenie się gamet. W roku 1930 K. I. Mejer, jako pierwszy, podał opis procesu piciowego u zielenic (na przykładzie *Chaetonema irregulare* Nowak), w którym to komórka jajowa opuszcza oogonium i zostaje zapłodniona poza nim. Również jako pierwszy K. I. Mejer (1935) zaobserwował i opisał zapłodnienie u *Eudorina*. Szereg jego prac (Mejer 1936, 1938, 1940) poświęconych jest studiom nad cyklami życiowymi, szczegółami morfologicznymi i ustaleniem systematyki rodzaju *Trentepohlia*. Jemu też udało się w szczegółach prześledzić proces tworzenia się zoospor i gamet badanych gatunków rodzaju *Trentepohlia*.

Dużo danych z ontogenezy glonów znajduje się także we florystycznych pracach K. I. Mejera, w których umieszczone są również opisy nowych gatunków i rodzajów. Wszystkie wyżej wymienione publikacje stały się zasadniczymi pozycjami w literaturze algologicznej i cytuję się je w najnowszych spisach tego rodzaju prac. Ostatnie prace K. I. Mejera (1951, 1952, 1962), poświęcone utworzeniu nowego filogenetycznego systemu zielenic, są nawiązaniem do idei innego wielkiego moskiewskiego algologa — W. W. Millera, który również pod wpły-

wem I. N. Gorożankina zaczął pracować nad ontogenezą glonów na Uniwersytecie Moskiewskim. Już na początku naszego stulecia w latach 1922—1929 W. W. Miller pracował w Instytucie Botaniki przy Uniwersytecie Moskiewskim pozostając w ścisłym kontakcie z Katedrą Roślin Niższych. W. W. Miller opisał szereg nowych gatunków zielenic; szczegółowo prześledził ich cykle rozwojowe, zwracając przy tym uwagę na szczegóły cytologiczne. Najważniejsza monografia W. W. Millera dotyczy rodzaju *Botrydium* — wydętka. Gatunki tego rodzaju hodował w czystych kulturach, śledząc ich ontogenezę i proces tworzenia zoospor. Na tej podstawie, jako pierwszy, zaliczył *Botrydium* do typu *Heterocontae* — różnowiciowców.

W. W. Miller (1928), w wyniku przeprowadzonych własnych obserwacji i analizy danych z literatury, doszedł do wniosku, że wśród zielenic należących do rzędu *Volvocales*, *Chlorococcales* i *Ulotrichales* istnieje szereg form, genetycznie związanych ze sobą, które można określić jako *Centroplastae* ze względu na występowanie litego, osiowego chromatoforu, z centralnym pirenoidem i ekscentrycznie umieszczonym jądrem. Myśl ta nie została rozwinięta w dalszych jego pracach, ponieważ swoje zainteresowania skierował ku badaniom mykologicznym. Jednak podjął ją, jak już wyżej wspomniano K. I. Mejer, który zaproponował podział typu *Chlorophycophyta* na klasy: *Centroplastophyceae* (o charakterystycznym chromatoforze osiowym), *Parietoplastophyceae* (obejmuje glony z chromatoforem przyściennym) i *Conjugatophyceae*. K. I. Mejer podaje następujący schemat ewolucji zielenic: chlamydomonady typu *Chlamydomonas rotula* z typowo osiowym, gwiaździstym chromatoforem były tymi formami, które dały początek zielenicom. Z nich rozwinęły się chlamydomonady z chromatoforem przyściennym o kształcie czaszy. Najprawdopodobniej chlamydomonady bardzo wcześniej rozdzieliły się na dwie linie: „osiowe” i „przyścienne”. Dalej obie te linie zaczęły rozwijać się samodzielnie i równolegle do siebie, przechodząc podobne różnicowanie się morfologiczne od monadowego do palmeloidalnego i kokkalnego, a dalej od form nitkowatych i niby tkankowych. Od chlamydomonad z chromatoforem osiowym, prawdopodobnie jeszcze przed powstaniem chlamydomonad z chromatoforem przyściennym, wyodrębniła się linia skrętnic — *Conjugatophyceae*.

K. I. Mejer stwierdził również, że osiowo ułożone chromatofory występują u gatunków różnych innych typów glonów np.: wśród różnowiciowców można wydzielić rząd *Heterocontae Centroplastae*, do którego należą glony, stojące na różnych stopniach zróżnicowania plechy: ameboidalnym, monadowym, palmeloidalnym, kokkalnym. W tym miejscu należy wspomnieć o wybitnych uczniach K. I. Mejera: B. M. Persidskim studiującym tworzenie się auksospor u okrzemek w klasie *Centricae* (1929) i K. A. Gusewej, która prześledziła w 1927 r. powstawanie zoospor i organów rozrodczych u *Oedogonium capillare* Kütz.

Cytologią i ontogenezą sinic zajmuje się od 1945 r. uczennica L. I. Kursanova — N. P. Gorbunowa. Przedtem zagadnienia te stały poza kręgiem zainteresowań moskiewskiego ośrodka algologicznego. N. P. Gorbunowej udało się wyjaśnić niektóre sporne problemy taksonomiczne, szczególnie dotyczące *Hormogonales*. W wyniku badań (1950—1966) ontogenezy różnych bentosowych gatunków z *Nostocaceae* *Gloetrichia pisum* (Ag.) Thur., szereg gatunków *Calothrix*, *Amorphonostoc punctiforme* (Kütz.) Elenk., *Sphaeronostoc pruniforme* (Ag.) Elenk., *Sphaeronostoc coeruleum* (Lyngb.) Elenk., *Tolypothrix limbata* Thur., *Anabaena hallensis* (Jancz./Born. et Flah.) w algologicznie czystych kulturach na żywym materiale stwierdzono, że tworzenie się hormogoniów u tych glonów poprzedzone jest zmianami zachodzącymi wewnątrz komórek. Zmiany te polegają na wytworzeniu się struktury, podobnych do skupień wodniczek gazowych, których trwałość w komórkach poszczególnych hormogoniów jest bardzo krótka. Znikają one po rozwinięciu się hormogoniów w trychomy. Te obserwacje oba-

lają pogląd o przypadkowym charakterze pojawiania się wodniczek gazowych w komórkach sinic bentosowych, co zakwestionowało znaczenie tych wakuol jako cechy systematycznej, a w związku z tym istnienie niektórych gatunków planktonowych, posiadających w ramach całej vegetacji te pseudowakuole. N. P. Gorbunowa jako pierwsza opisała rozmnażanie płciowe u zielenicy *Asteromonas gracilis* Artari (1961) oraz natrafiła na synzoosporę u *Chlamydomonas girus* Pascher (1966). Wykorzystanie metod eksperymentalnych pozwoliło N. P. Gorbunowej stwierdzić, że dotychczasowy pogląd na powstawanie wodniczek gazowych z ziaren cyjanoficyny był niewłaściwy, ponieważ przy utrzymaniu hodowli, wykluczających pojawianie się w komórkach ziaren cyjanoficyny, obserwowano masowe tworzenie się tego typu wakuol.

Ontogenetyczny i morfologiczno-cytologiczny kierunek opracowań glonów oczywiście nie wykluczył możliwości prac innego charakteru. K. I. Mejer prowadził i opublikował szereg prac florystycznych, dotyczących glonów przeróżnych zbiorników wodnych ZSRR, wśród których najpoważniejszą pozycją jest *Wstęp do flory glonów jeziora Bajkał* (Wwedenie we florę wodoroslej oz. Bajkał) (1930), gdzie opisane zostały nowe endemiczne gatunki i rodzaje glonów (gatunki *Draparnaldia*, *Aegogropila*, *Cladophora*, nowy rodzaj *Iroksakonia*, szereg nowych gatunków i rodzajów złotowiciowców z rzędu *Chrysomonadales*). We *Wstępie do flory glonów rzeki Oki i jej doliny* (Wwedenie do flory wodoroslej rzeki Oki i jej doliny) (Mejer, 1928) został opracowany wykaz florystyczny glonów rzeki i jej starorzecza, wykryta periodyczność zmian glonów w Ocie i zależność flory algologicznej od wieku starorzeczy i stopnia ich zanieczyszczenia. W pracy o glonach Siwasza (Mejer, 1925) prześledzona jest zależność ich występowania od stopnia zasolenia wody. W roku 1937 ukazał się artykuł K. I. Mejera o glonach kopalnych, a w następnym roku — o florze glonów Morza Białego. Morskimi glonami bentosowymi zajmowali się M. S. Kirejew, T. F. Szczapowa, B. K. Flerow, i N. W. Karsakowa, zaś glonami glebowymi E. A. Sztina.

Badania fizjologii asymilacji glonów i wpływu środowiska na ich morfologię, rozpoczęte zostały na Uniwersytecie Moskiewskim jeszcze przed Wielką Rewolucją Październikową przez ucznia I. N. Gorożankina A. P. Artara; kontynuacji ich podjął się założyciel Katedry Mikrobiologii na Uniwersytecie Moskiewskim — prof. E. E. Uspenski wraz ze swoimi uczniami W. I. Uspenską, K. A. Gusewą, A. W. Francewem. Uчени ci starają się wyjaśnić na podstawie konkretnych danych fizyko-chemicznych niektóre czysto empiryczne dane o warunkach występowania rozmaitych faz w ontogenezie glonów, o których to fazach wspomina w swoich pracach niemiecki botanik G. Klebs. Uspenski poprzez swoje prace zadokumentował, że na chemizm wody należy zwracać znacznie większą uwagę. Na podstawie prac wykonanych w pracowni E. E. Uspenskiego wyjaśniono, że temperatura posiada często pośredni wpływ na rozwój glonów, poprzez obecność wolnego dwutlenku węgla i tlenu żelaza.

Niezależnie od powyższych opracowań E. E. Uspenski szczegółowo przebadął wpływ żelaza na rozwój glonów i ich rozmieszczenie w zbiornikach wodnych (1925). Stwierdził on, że zmiana zawartości w wodzie innych elementów jak manganu, tlenu itp., w większości przypadków spełnia całkowicie drugorzędną rolę w porównaniu z rolą żelaza. E. E. Uspenski podał dla poszczególnych gatunków optymalną koncentrację żelaza w wodzie, wyodrębnił organizmy przewodnie dla określenia zawartości żelaza w wodzie. Udowodnił również, że kwasowość wody posiada przeważnie pośredni wpływ na rozmieszczenie glonów, warunkując większą lub mniejszą rozpuszczalność żelaza, a przywiązanie różnych glonów do bogatej lub ubogiej w wapń wody uwarunkowane jest wpływem węglanu wapnia na szybkość wytrącania żelaza. Równie wybitne są prace E. E. Uspenskiego

(razem z W. I. Uspenską) o fizjologii *Volvox* — toczka (1925) i o zmianach dziedzicznych zachodzących u *Spirogyra* — skrętnicy (1934).

Zmienność, wychodząca daleko poza ramy cech gatunkowych, a także rodzajowych, została zauważona przez W. I. Uspenską (1930, 1934) u przedstawicieli rzędu *Chaetophorales*, wynikające z różnych wartości pH, różnej zawartości CO_2 , NO_3 i innych substancji pokarmowych, różnych warunków naświetlenia i różnej temperatury np.: nadmiar substancji azotowych u *Draparnaldia glomerata* Agardh hamuje różnicowanie się komórek i tworzenie rozgałęzień, a powstają plechy podobne do *Stigeoclonium*.

Badania E. E. Uspenskiego i jego uczniów charakteryzują się organiczną więzią eksperymentu z obserwacją w terenie. E. E. Uspenski sporządził szereg pożywek syntetycznych, odtwarzając w określonym stopniu różne wody naturalne.

E. E. Uspenski przywiązywał dużą wagę do tego, aby badania fizjologiczne towarzyszyły studiom morfologicznym i dlatego zwraca uwagę na morfologiczne zmiany, jakimi organizm reaguje na różne czynniki fizyko-chemiczne. To pozwoliło E. E. Uspenskiemu mówić o jakościowej ocenie wody nie tylko na podstawie obecności lub nieobecności w wodzie poszczególnych organizmów, a w oparciu o endocellularną strukturę glonów. Metoda ta okazała się szczególnie przydatna przy ocenie czystości wody. W celu zapobiegania zakwitom wody sztucznych zbiorników E. E. Uspenski jako pierwszy zaproponował przyjąć metodę biologiczną, polegającą na przewidywaniu i uniemożliwianiu rozwoju planktonu. Badania nad metodami obróbki wody pitnej kontynuowane są obecnie w Katedrze Hydrobiologii Uniwersytetu Moskiewskiego.

Wieloletnie badania biocenozy obrastających liczne sztuczne substraty (S. N. Skadowski, W. I. Uspenska, M. A. Messinewa, A. L. Bruchatowa) wskazały, że rozwojem tych biocenozy można regulować w żądanym kierunku. Ta myśl została wykorzystana przez S. N. Skadowskiego, M. A. Messinową i W. I. Uspenską przy opracowywaniu nowego urządzenia do oczyszczania wody tzw. „biopochłaniacza” (biopogłotitel), którego działanie polega na wchłanianiu różnych rozpuszczonych w wodzie substancji.

Obok prac nad udoskonaleniem biologicznych metod oczyszczania wody w Katedrze Hydrobiologii prowadzi się badania nad współżyciem sinic z innymi organizmami wodnymi, współżyciem glonów i bakterii w zbiornikach wodnych, wpływem chlorokoków na przeżywanie bakteriofagów. Pracownicy Katedry Hydrobiologii — S. N. Skadowski, A. J. Musatowa, A. L. Bruchatowa, N. K. Deksbach, O. G. Kaftannikowa — przeprowadzili również obserwacje nad rozwojem biocenozy dennych rzeki — Moskwy, opisali roślinne „kożuchy” nawodne i wyjaśnili rolę gleby w procesie samooczyszczania się wody.

W ostatnich dwóch dziesięcioleciach wzrosło zainteresowanie badaniami glonów, oddzielnie chlorokoków i sinic, w połączeniu z możliwością praktycznego wykorzystania ich masowych hodowli. Pierwsze mogą być wykorzystane w hodowli jako źródło pokarmów białkowych i witaminowych i w przemyśle chemicznym — dla otrzymywania niektórych cennych związków organicznych, drugie — w celu podwyższenia żyzności gleb, ponieważ udowodniono, że liczne gatunki sinic przyswajają atmosferyczny azot. Oprócz tego, sukcesy w dziedzinie opanowania przestrzeni kosmicznej skierowały uwagę na hodowle glonów w celu: biologicznej regeneracji powietrza, uzyskania dopełniającego źródła pokarmowego i utylizacji odpadków człowieka w kabinach hermetycznych.

Te problemy bezpośrednio związane są z wnikliwymi badaniami fizjologii i biochemii glonów, a także z badaniami wzajemnego oddziaływania między hodowanymi glonami, a innymi mikroorganizmami. Zagadnieniami tymi na Uniwersy-

tecie Moskiewskim zajmuje się Katedra Fizjologii Roślin, Katedra Mikrobiologii i Katedra Biochemii Roślin.

Obiektem badań były również glony słonowodne, w przypadku których prowadzenie hodowli jest ułatwione, gdyż są mniej narażone na zakażenie. E. S. Milko badała tworzenie się pigmentu u wielowiciowego glonu *Dunaliella salina* Teod., zawierającego czasami znaczne ilości β -karotenu, co stwarza perspektywy wykorzystania go jako źródła przemysłowego otrzymywania prowitaminy A. Masową hodowlą hiperhalinowych glonów (*Dunaliella*, *Asteromonas*) zajmował się K. A. Woskresenski (Katedra Zoologii Bezkręgowców).

Od początku lat 50 w Katedrach Biochemii Roślin zaczęły się intensywne prace nad studiowaniem chemicznego składu glonów. Prace te są obecnie kontynuowane.

Wreszcie, niektóre glony stały się obiektami biofizycznych i genetycznych eksperymentów, prowadzonych w odpowiednich katedrach Uniwersytetu Moskiewskiego.

Marcin Plński

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

BIOLOGICZNE PODSTAWY PRODUKCJI RYB SŁODKOWODNYCH

W ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego (IBP) odbyło się we wrześniu 1966 r. w Uniwersytecie w Reading w Anglii tygodniowe sympozjum zorganizowane przez Sekcję Komitetu Produkcyjności Środowisk Wodnych MPR.

Sympozjum w Reading było w całości poświęcone jednemu problemowi, a mianowicie biologicznym podstawom produkcji ryb słodkowodnych.

Z krajów demokracji ludowych referaty wygłosili przedstawiciele Węgier, ZSRR oraz Polski (prof. Backiel wspólnie z dr Le Cren z Anglii). Ponadto spośród referatów wymienić można: 1) cztery pochodzące z ośrodków naukowych w USA, 2) dwa z Kanady, 3) trzy z W. Brytanii, po jednym z Francji, Izraela, NRF i Szwecji oraz jeśli chodzi o kraje poza europejskie po jednym z Japonii i Kongo.

Powyższe referaty zostały ostatnio (koniec 1967 r.) opublikowane w postaci książki. Redakcji tego wydawnictwa podjął się uczestnik sympozjum dr Shelby D. Gerking, z Uniwersytetu Stanowego w Arizonie. Wydawcą jest firma Blackwell Scientific Publications, Oxford i Edinburgh.

Wspomniane 20 prac zostało podzielonych na 5 działów. Dają one wysoce interesujący przegląd głównych zagadnień w dziedzinie produkcji ryb słodkowodnych. Ilustrują one aktualny stan wiedzy w tym zakresie i obok charakteru przeglądowego równocześnie zawierają oryginalny własny dorobek badawczy odnoszących autorów.

Na pierwszy dział składa się 5 prac o tematyce dotyczącej dynamiki populacji ryb. (Vital Statistics of Fish Populations).

Pierwszą z nich napisał D. W. Chapman z Uniwersytetu w Idaho, USA pt. „Produkcja w populacjach rybnych”. Autor przeprowadza dyskusję nad terminologią i metodami oceny produkcji ryb w populacjach w określonym okresie czasu podając wybór modeli matematycznych, ujmujących czynniki działające na wysokość produkcji oraz możliwości błędów przy użyciu poszczególnych wzorów dla oceny produkcji ryb zasiedlających naturalne zbiorniki wodne.

Zbliżoną problematyką zajmuje się następna z kolei wspólna praca H. R. Regiera z Uniwersytetu w Toronto i D. S. Robsona z Cornell Uniw. w Ithace pt. „Ocena liczebności i stopnia śmiertelności w populacji”. Zawiera ona przegląd metod i propozycji w tej dziedzinie wraz z wyprowadzeniem wzorów matematycznych i przykładów ich stosowania.

„Niektóre aspekty wieku i wzrostu ryb w wodach strefy umiarkowanej i tropikalnej” to tytuł pracy A. F. De Bont z Uniwersytetu Lowanium w Kinszasie, Republika Kongo. Składają się na nią następujące elementy:

- 1) zestawienie różnych metod oznaczania wieku i wzrostu ryb na podstawie analizy pierścieni wzrostu na łuskach, kościach i promieniach płetw,

- 2) krytyczny przegląd przyczyn powstawania tych pierścieni i ich zastosowania do oznaczania wieku zwłaszcza u ryb tropikalnych,

- 3) opis doświadczeń swóich i innych autorów ze znakowaniem rosnących łusek na żyjących rybach przy pomocy różnych chemikaliów np. związki ołowiu, alizaryny, tetracykliny, uroporfiryny itp.

Doświadczenia te pozwalają prześledzić jakim zmianom podlegają „znakowane” łuski w miarę regulowanego doświadczalnie wzrostu ryby, którym można np. zmieniać warunki na przyspieszające lub opóźniające jej wzrost. Metody te

potwierdziły ogólnie znaną prawidłowość, tj. proporcjonalność wzrostu łusek do wzrostu ryb przy jednoczesnym wykryciu bardzo interesujących przypadków odchyleń od tej reguły.

Autor sam zaznacza, że literatura dotycząca oznaczania wieku i tempa wzrostu w oparciu o łuski itp. jest tak obszerna, że nie rości on sobie pretepsji, aby pomieścić jej całościowe omówienie w swym opracowaniu. Na podstawie więc bardzo niekompletnego przeglądu literatury, autor potwierdza znaną powszechnie przydatność metod używanych w tej dziedzinie oraz również znane przypadki ograniczające ich zastosowanie jak również odmiennność czynników powodujących tworzenie się annuli na łuskach ryb tropikalnych.

Żałować należy, że autor nie uwzględnił badań ostatnich lat nad łuskami łososia atlantyckiego, którym poświęcona była specjalna sesja w łonie Międzynarodowej Rady Badań Morza.

Sprawie płodności ryb poświęcona jest praca, którą referował T. B. Bagenal z Freshwater Biological Assoc. z Windermere. W studiach nad płodnością obok biologicznego znaczenia na pierwsze miejsce wysuwają się najczęściej aspekty gospodarcze, mające na celu podniesienie produkcji ryb. Autor podaje różne definicje płodności, metody jej badania, zależności od długości oraz od ciężaru samicy, współzależności między płodnością a okresem tarła, wielkością ikry, ilością pokarmu i dynamiki populacji oraz zastosowanie różnic w płodności do badań nad rasami.

E. Braum z Instytutu Hydrobiologii i Rybactwa Uniwersytetu w Hamburgu zajmuje się śmiertelnością larw ryb w powiązaniu ze sposobem pobierania przez nie pokarmu i jego zapasami. Wylicza on czynniki wpływające na ogromną śmiertelność larw wskutek czego u wielu gatunków ryb współczynnik przeżycia wynosi zaledwie jedną lub kilka setnych jednego procenta. Szczegółowiej omawia behavior larw kilku gatunków ryb w okresie od wylęgu z jaja do okresu samodzielnego poszukiwania względnie polowania na pokarm. Cały ten referat ma charakter naświetlający tylko pewne „wycinki” zagadnienia objętego tytułem.

Następny rozdział książki ma tytuł „Zależności populacji ryb od zapasów pokarmowych” i składa się również z 5 opracowań. Pierwsze z nich napisali wspólnie autorzy węgierscy: G. Molnar i E. Tomassy z Uniwersytetu Rolniczego w Gödöllő oraz T. Tölg z Inspektoratu Rybactwa w Budapeszcie.

W oparciu o własne szczegółowe badania przedstawiają oni trawienie żołądkowe u ryb drapieżnych. W szczególności przy pomocy oryginalnej metody zastosowania do tych badań promieni X, autorzy obserwowali w przewodach pokarmowych kilku gatunków żywych ryb drapieżnych przemieszczanie się rybo- ofiar, przy czym wyróżniono w zachodzących tu funkcjach gastrycznych 4 typy mechanizmów. Ponadto badano u ryb drapieżnych zależności procesu trawienia od temperatury (np. u sandacza stwierdzono, że czas potrzebny na trawienie w zimie jest 8—9 razy dłuższy niż w lecie).

Następna praca omawianego rozdziału przedstawiona przez J. T. Widella z Uniwersytetu Colorado, zajmuje się tempem trawienia różnych kategorii pokarmu naturalnego (larwy owadów, robaki, skorupiaki) u kilku gatunków ryb. Badania te prowadzone są w oparciu o karmienie ryb i sekcje ich przewodów pokarmowych po określonej ilości godzin.

Poza omówieniem wielorakich aspektów związanych z przebiegiem i szybkością procesów trawiennych, autor przedstawia obszerne wyniki swych własnych bardzo interesujących badań i kończy pracę wymienieniem problemów, które powinny być rozwiązywane w przyszłych badaniach.

Wspólną pracę pt. „Studia laboratoryjne nad żywieniem, bioenergetyką i wzrostem ryb” przedstawili C. E. Warren i G. E. David z Uniwersytetu Stanowego

Oregon, Cornvallis. Jest to jedna z najobszerniejszych prac referowanych na sympozjum w Reading (39 stron).

W tym obszernym opracowaniu autorzy amerykańscy zaraz na wstępie podkreślają jak ważne jest zasadnicze ujęcie problemu współzależności ilościowych: żywienie-wzrost podane w pracach radzieckich Ivleva oraz Winberga, jak również kanadyjskiego badacza Fry'a, zalecając zapoznanie się z pracami tych autorów. Opracowanie podaje i określa definicje pojęć używanych przy omawianiu energetycznego budżetu organizmu ryb. Ze względu na wnikliwą dyskusję nad zachodzącymi tu zjawiskami praca ta jest cenna zarówno dla praktyków „żywieniowców”, jak i dla naukowców zajmujących się tą dziedziną badań.

Następne opracowanie, łączące się tematycznie z poprzednim, zreferowane zostało pt. „Metabolizm i produkcja biologiczna u ryb” przez autorów kanadyjskich F. W. M. Beamisha z Uniwersytetu w Ontario i L. M. Dickiego z Fish. Research Board of Canada.

Energia asymilowana z pożywienia jest zużywana: 1) w drodze szeregu reakcji biochemicznych służących utrzymaniu procesów życiowych zwanych metabolizmem, 2) w drodze przemian i magazynowania energii, w których wyraża się wzrost.

Omawiana praca przyczynia się do zrozumienia „procesów produkcyjnych” polegających na interakcji trzech komponentów: źródła energii, metabolizmu i wzrostu. Autorzy podają przegląd obecnego stanu wiedzy opierającego się na studiach metabolizmu mierzonego zużyciem tlenu oraz na współzależnościach pokarm-wzrost. Omawiają również powiązanie procesów metabolicznych z naturalnymi warunkami środowiska.

Następny rozdział książki nosi tytuł „Competitive and behavioural factors influencing production” (Wpływ konkurencji i zachowania się ryb na ich produkcję).

Rozpoczyna go wspólne, obszerne (34 stron), opracowanie prof. T. Backiela z Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Polsce oraz dr E. O. Le Crena z Laboratorium Rzecznego w East Stoke w Anglii na temat niektórych współzależności związanych z zagęszczeniem populacji rybnych.

Autorzy na wstępie zaznaczają, że celem ich pracy jest pokazanie dróg, przy pomocy których można dane dotyczące liczebności populacji, pokarmu i wzrostu, śmiertelności i produkcji, uzyskane w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego wykorzystać dla badania współzależności pomiędzy nimi samymi oraz czynnikami biotycznymi i abiotycznymi środowiska. Po omówieniu zagadnień „terminologicznych” oraz parametrów populacji związanych z produkcją autorzy w kolejnych ustępach przedstawiają zagadnienia:

- a) wzajemnych stosunków między liczebnością populacji rybnych, a liczebnością populacji organizmów stanowiących pokarm danego gatunku ryb,
- b) wpływu zagęszczenia populacji na wzrost składających się na nią osobników,
- c) efektów zagęszczenia populacji na wysokość śmiertelności,
- d) wpływu zagęszczenia na produkcję.

W dyskusji autorzy wskazują na szereg kontrowersyjnych wyników dotychczasowych badań traktujących o wpływie zagęszczenia populacji na produkcję ryb. Z tego powodu przedwczesne byłoby formułowanie uogólnień w tej ważnej dla gospodarki rybnej dziedzinie.

Złożone współzależności w zagęszczeniu populacji komplikuje jeszcze fakt „terytorialności” cechującej niektóre gatunki ryb np. ryby łososiowate.

Niewątpliwą zasługą polskiego współautora tego wysoce interesującego opracowania jest wyeksponowanie ciekawych, często pionierskich, polskich prac z tej dziedziny (m.in. Backiel, Bernatowicz, Grygierek, Wolny, Zawisza).

Druga z kolei praca wchodząca w skład omawianego działu przedstawiona przez N. A. Nilssona z Instytutu Badań Słodkowodnych w Drottningholm (Szwecja) ma za temat międzygatunkowe współzawodnictwo między rybami. Na określenie tej specyficznej formy konkurencji autor za Brianem (1956) wprowadza termin „interactive segregation”.

Ten rodzaj segregacji wyraźnie można obserwować przy wprowadzaniu do zbiorników wodnych obcych gatunków ryb. I tak wprowadzenie europejskiego pstrąga potokowego (*Salmo trutta*) do niektórych wód Ameryki Płn. np. w stanie Wisconsin spowodowało tego rodzaju segregację, że miejscowy pstrąg źródłany (*Salvelinus fontinalis*) zajął zimniejsze wody źródłowskie, a pstrąg potokowy wody niżej usytuowane, głębsze i wolniej płynące.

Wprowadzenie natomiast z końcem XIX wieku suma karlika, pstrągów tęczowego i źródłanego do wód środkowo-europejskich, szwedzkich i francuskich tylko w bardzo ograniczonym zasięgu niektórych wód dało w efekcie stale utrzymujące się populacje.

W krajach skandynawskich notowane są też przypadki wypierania pstrąga potokowego przez lipienia np. w rzece Gudena w Danii, gdzie wprowadzenie w 1936 r. małej ilości tarlaków lipienia dało początek dużej populacji tego gatunku, która wyraźnie obniżyła rodzimą tam populację pstrąga potokowego.

Autor przytacza szereg przykładów zmian w zachowaniu się gatunków w przypadkach ich koegzystencji w porównaniu z życiem w oddzielnych środowiskach. Na przykład pstrąg alpejski (palia) (*Salvelinus alpinus*) i pstrąg potokowy (*Salmo trutta*) żyjąc oddzielnie przejawiają podobne obyczaje jeśli chodzi o pobieranie pokarmu. Żyjąc razem segregują się w oddzielnych niszach ekologicznych zwłaszcza przy ubóstwie pokarmu. Spostrzeżono również, że pstrąg przy nieobecności palii odbywał tarło zarówno w jeziorach, jak i wychodził na tarło do potoków, podczas gdy w przypadkach koegzystencji z palią w jeziorze się nie wycierał. Obserwowano też tarło palii w bieżących wodach przy nieobecności w nich pstrąga. W obecności natomiast pstrąga palia pozostawała na tarło w jeziorze.

Mechanizm segregacji może być różny. Segregacja może być związana ze zmianami, które wprowadza do danego środowiska obcy gatunek. Przykładem może tu być nasz rodzimy karp, który w zbiorniku o klarownej uprzednio wodzie może przez swój sposób żerowania powodować długookresowe zmęcenie wody.

Pracę N. A. Nilssona kończą uwagi na temat wykorzystania zjawisk interakcji przy gospodarczych zabiegach opartych na zarybianiu obcymi gatunkami oraz rozważania o kierunkach przyszłych badań na tym polu.

T. G. Northcote z Instytutu Rybactwa Uniwersytetu Bryt. Columbii jest autorem następnego opracowania. Przedstawia on stosunki jakie zachodzą pomiędzy ruchami i wędrówkami ryb słodkowodnych a ich produkcją. Mówiąc o ruchach ryb „movements” autor obejmuje tym terminem cały szeroki wachlarz zjawisk takich jak dyspersja, migracje zarówno poziome, jak i pionowe, imigracje i emigracje. W języku polskim wydaje się, że wyraz „przemieszczanie” najlepiej odpowiadałby wymienionym zjawiskom. Autor postawił sobie za cel przegląd aspektów wynikających z „behavioru” niektórych typów przemieszczeń ryb słodkowodnych i ich wpływu na biomase, rozmnażanie, wzrost i śmiertelność. W takim ujęciu autor omawia w oddzielnym rozdziale przemieszczanie i rozpraszanie się młodych stadiów ryb w jeziorach i z jezior oraz wędrówki w obrębie wód bieżących jak wywedrowywanie z rzek, przedstawiając przy tym szereg bardzo interesujących przykładów.

Osobny rozdział traktuje o przemieszczaniu się ryb i migracjach nietarłowych wewnątrz jezior oraz w obrębie wód płynących.

Stosunkowo krótko przedstawione są aspekty związane z migracjami ryb słodkowodnych dla odbycia tarła. Autor dzieli je na wędrówki w obrębie jezior i w obrębie rzek oraz na wędrówki z jezior na tarło do rzek.

Opracowanie kończą ogólne uwagi dotyczące: 1) powiązań pomiędzy przemieszczaniami ryb słodkowodnych a oceną wielkości ich populacji, 2) rozróżniania przyczyn ilości osobników przez imigrację i ich ubytku przez emigrację w odrożnieniu od ubytków przez śmiertelność, jak również uwagi co do potrzeby i zakresu przyszłych badań.

Interesujący krótki referat pt. „Niektóre aspekty zachowania się ryb wpływające na ich produkcję” przedstawił K. Onodera, z Laboratorium Badania Rybactwa Słodkowodnego w Tokio. Autor porusza takie zagadnienia jak wpływ na wzrost agresywnego „behavioru” (zjawisko bardzo ważne u ryb) strukturę populacji wynikającą z konkurencji pomiędzy osobnikami wchodzącymi w jej skład oraz „behavior” w zmieniających się warunkach środowiskowych np. przy przyborze wód w rzekach. Ta japońska praca kończy dział książki o konkurencji i zachowaniu się ryb jako czynnikach wpływających na produkcję.

Następny dział nosi tytuł: „Drapieżnictwo oraz eksploatacja człowieka”. Pierwsza praca z tego działu przedstawiona przez O. A. Popową z AN ZSRR w Moskwie zawiera przegląd ważniejszej literatury radzieckiej z dziedziny współzależności: drapieżca-ofiara wśród ryb słodkowodnych. Autorka we wstępie analizuje okres przechodzenia młodych osobników słodkowodnych gatunków ryb drapieżnych na pokarm składający się wyłącznie z ryb. Większość naszych gatunków ryb zaczyna już prowadzić drapieżny tryb życia po osiągnięciu długości zaledwie 3—6 cm. O. A. Popowa zestawia następnie radzieckie prace zajmujące się określaniem ilości ryb-ofiar koniecznych dla pokrycia zapotrzebowania ryb drapieżnych, szybkością procesów trawiennych drapieżników w zależności od temperatury oraz przyrostami uzyskiwanymi przez ryby drapieżne w zależności od ciężaru zjedzonych ryb-ofiar.

Osobny ustęp poświęcony jest wzajemnym stosunkom wielkości drapieżnego gatunku i wielkości ofiar, przy czym autorka cytuje ciekawe dane ze swych oryginalnych badań z ujścia Wołgi.

W zakończeniu omówione są różnorakie aspekty oddziaływania ucisku drapieżników na populacje ryb stanowiących ich pokarm przy czym podkreślone są wyniki badań Ivleva i Fortunatowej.

Następną pracę omawianego działu D. M. Mills z Uniwersytetu w Edynburgu na temat drapieżnictwa zwierząt kręgowych.

W szczególności autor omawia gatunki zwierząt spośród płazów, gadów, ptaków i ssaków, które są drapieżnikami w stosunku do ryb słodkowodnych względnie ich narybku. Przykładem mogą być tu spośród płazów niektóre gatunki żab, spośród gadów krokodyle i niektóre gatunki żółwi w rzekach tropikalnych, spośród ptaków mewy, kormorany, trawce i wiele innych oraz spośród ssaków wydra, foki itd.

We wstępie D. M. Mills dzieli prace o tych drapieżnikach na trzy kategorie: a) opierające się tylko na często przypadkowym fakcie znalezienia resztek ryby w żołądku domniemanego gatunku rzekomego drapieżnika. Prace te często bywają bezkrytyczne. Tego rodzaju prace były źródłem rozbieżności w opiniach o ewentualnej szkodliwości danego zwierzęcia dla rybostanu, b) druga kategoria prac opiera się na ocenie dziennego względnie rocznego zapotrzebowania rybnego pokarmu drapieżcy, c) do trzeciej kategorii zaliczyć można szczegółowe studia nad efektywnością kontroli drapieżnika nad populacjami ryb.

Metody badania polegają na analizach treści pokarmowej żołądków lub zwróconej treści pokarmowej lub analizach kału (zwłaszcza u ssaków).

Autor omawia szereg przykładów strat ponoszonych w gospodarce rybnej człowieka przez drapieżnictwo innych kręgowców i związaną z tym konieczność kontroli drapieżników. Równocześnie zwraca on uwagę na przypadki pozytywnego oddziaływania drapieżników na populacje w sensie selekcji osobników słabszych, chorych i słabiej rosnących. Bez drapieżników następuje niekiedy zagęszczenie populacji ryb w jeziorach, dające w efekcie karłowaty wzrost.

J. A. Gulland z Laboratorium w Lowestoft (W. Brytania) pisze na temat oddziaływania wysokości i selektywności odłowów na produkcję. Autor omawia zmiany w populacjach ryb pod wpływem regulowanych przez człowieka połowów, formułując zachodzące tu współzależności głównie w oparciu o wzory matematyczne.

Niektóre biologiczne aspekty chowu ryb słodkowodnych i ciepłolubnych w stawach przedstawił B. Hepher ze Stacji Badawczej Chowu Ryb w Dor. Autor podkreśla, że kontrolowane warunki nawadniania i odwadniania stawów pozwalają na dowolne regulowanie ilości i rodzaju obsady. Dzięki zabiegom powiększającym bazę pokarmową w postaci nawożenia i żywienia ryb stawowych osiąga się już dzisiaj, przez odpowiednie dobieranie zagęszczenia ryb obsadowych, ogromną produkcję stawową w porównaniu z innymi zbiornikami wodnymi. Efekty te są jednak dalekie od wykorzystania pełnych możliwości produkcyjnych. Będzie je można uzyskiwać ze stawów w przyszłości, jeżeli dotychczasowe osiągnięcia oparte o wielowiekowe empiryczne poznanie i parę dziesiątek lat badań będą poparte dalszymi intensywnymi studiami nad biologicznymi podstawami produkcji ryb w stawach.

Autor szczegółowo analizuje problem regulowania ilości populacji w stawach, omawiając czynniki warunkujące produktywność stawów, następnie zaś problem zagęszczenia obsady i przyrostów jednostkowych. Autor zwraca uwagę na prace polskie, które udowodniły, że przy intensywnym żerowaniu ryb wzrasta liczebność populacji zwierząt służących za pokarm oraz podkreśla znaczenie obsad różnogatunkowych (np. karp i tilapia, albo karp z tzw. karpiami chińskimi). Chowane razem dają one większy globalny przyrost, aniżeli przyrost obsady składającej się z jednego gatunku. Autor zaleca również obsady złożone z różnych klas wieku różniących się znacznie wielkością indywidualną.

Wydaje się jednak, że autor w zbyt szczupłym zakresie zwraca uwagę na niebezpieczeństwo chorób ryb, a zwłaszcza chorób karpia. Te ostatnie zagrażają w każdym razie na kontynencie europejskim w coraz większym stopniu produkcji tej ryby. Na ogół niestety jesteśmy dotychczas prawie bezsilni przy większości epizootii ryb.

Stosowane w Izraelu dla zwalczania *Argulus*, *Lerne*a i *Dactylogyrus*a pestycydy są bardzo obosieczne i trudno byłoby je polecać w polskich warunkach. Największe zagrożenie u nas przedstawiają choroby infekcyjne karpia, których etiologia i terapia nie są zbadane.

O gospodarce rybackiej i rybackich zabiegach na jeziorach i rzekach traktuje następna praca napisana w języku francuskim przez 3 współautorów: J. Daget, J. Lemasson i R. Vibert.

Autorzy francuscy omawiają szczegółowo czynniki abiotyczne i biotyczne wpływające na produkcję ryb w jeziorach i rzekach, po czym przechodzą do przedstawienia głównych zabiegów stosowanych w gospodarce rybnej celem wprowadzenia nowych gatunków ryb do odpowiednich wód bądź to dziewiczych, bądź to już zarybionych oraz normalnych zabiegów zarybieniowych zwiększających liczebność rodzimych populacji. W oddzielnych rozdziałach przedstawione są zasady eksploatacji zbiorników słodkowodnych oraz zasady zbierania informacji

o ich rybołówstwie i konieczności szkolenia kadry specjalistów dla śródlądowej gospodarki rybnej.

Książkę kończy interesujące opracowanie, które dostarczył dyrektor S. J. Holt z FAO w Rzymie. Autor odpowiedzialny jest w Organizacji Wyżywienia i Rolnictwa za dział „zasobów ryb i ich eksploatacji”. Jego referat dotyczy wkładu jaki wnosi produkcja ryb słodkowodnych do wyżywienia człowieka i jego dobrobytu.

Holt przypomina, że ryby jako źródło białka zwierzęcego są szczególnie cenne w odżywianiu się człowieka. Zawierają one komplet dziesięciu podstawowych aminokwasów: lizynę, argininę, histidynę, leucynę, izoleucynę, walinę, treoninę, metioninę, fenyloalaninę i tryptofan, sole mineralne, jod, fosfor, potas, żelazo i miedź oraz witaminy A i D.

Holt podaje następnie szereg danych o produkcji i spożyciu ryb opartych o prace studialne FAO.

Zestawia on w tabelach ułożonych według części świata i państw faktyczne spożycie białka i jego zapotrzebowanie dla organizmu człowieka, a na końcu swego opracowania analizuje potencjalne możliwości pokrycia względnie zmniejszenia deficytu białka zwierzęcego przez zwiększenie produkcji ryb słodkowodnych.

Białko spożywane przez ludność na kuli ziemskiej jest w 70% pochodzenia roślinnego w 30% zwierzęcego. Ryby stanowią 11% białka zwierzęcego, a więc ok. 3½% białka w ogóle. Z wód mórz i oceanów o powierzchni ok. 36 milionów ha uzyskuje się obecnie rocznie ok. 1,1 kg/ha statystycznej produkcji. Wody przybrzeżne i obszary kontynentalnych szelfów wynoszą 8% ogólnej powierzchni oceanów, ale dostarczają statystycznie rocznie 11 kg z 1 ha.

Wody słodkowodne o łącznej powierzchni szacowanej na ok. 500 milionów ha dostarczają produkcję w wysokości podobnej do wód szelfowych tj. poniżej 12 kg z ha, a razem z gatunkami odbywającymi wędrówki z i do wody słodkiej powyżej 12 kg z 1 ha. Są to liczby zaniżone bo należałoby do nich doliczyć połowy nietrafiające na rynek, jak również wszystkie połowy wędkarskie. Mogą to być dość znaczne ilości, bo np. w samych Stanach Zjednoczonych Ameryki Płn. rybołówstwo sportowe daje więcej ryb, aniżeli połowy przemysłowe.

Obszary lądowe wykorzystywane rolniczo maleją wskutek rozwoju przemysłu i miast i słabe są nadzieje na istotne powiększenie opartej na nich produkcji białka zwierzęcego. Tymczasem przy obecnym stanie wiedzy można oczekiwać do roku 2000 podwojenia dzisiejszej eksploatacji z mórz i z oceanów.

Optymistyczne przewidywania idą dalej, przyjmując wynalezienie nowych technologii i powiększenie eksploatacji niższych organizmów zwierzęcych np. skorupiaków.

Duże nadzieje łączą się też z rozwojem przybrzeżnych hodowli morskich organizmów zwierzęcych.

Inaczej wygląda sytuacja w produkcji ryb słodkowodnych. Holt podaje, że 46 największych jezior świata ma łączną powierzchnię 115 milionów ha co stanowi 1/5 wód słodkowodnych. Dają one obecnie przy dzisiejszym stanie techniki i znajomości procesów biologicznych zaledwie 5 kg z 1 ha. Przy bardzo intensywnych połowach i wprowadzeniu gatunków lepiej od dotychczasowych wykorzystujących warunki środowiska, produkcja ta również może być podwojona.

Najbardziej realnego zwiększenia produkcji ryb słodkowodnych można oczekiwać w małych jeziorowych zbiornikach, sztucznych zaporowych jeziorach oraz w stawach. Holt uzasadnia tę tezę wynikami już osiągniętymi. W Związku Radzieckim, gdzie w niektórych jeziorach zachodnio-północnych produkcja wzrosła dzięki tzw. „rehabilitacji” jezior przy ich wapnowaniu i nawożeniu 6- do 10-krotnie. Na przykład Jezioro Okuniewskie (6 ha) o produkcji 14 kg z 1 ha po odpo-

wiedinch zabiegach i zarybieniu wyłącznie karpem i peledem (*Coregonus peled*) daje obecnie 119 kg z 1 ha.

Największe potencjalne możliwości przedstawiają jednak stawy. Ich mała powierzchnia, możliwość całkowitego osuszania, nawożenia, wapnowania i żywienia pozwoliły już obecnie podnosić w Europie produkcję naturalną ryb ciepłolubnych (w tym także karpia) z 100 kg do 400 kg, a w Indiach, Indonezji do 1500 kg. Rekordowy przykład cytuje Holt z Japonii gdzie w stawku o 16 m² osiągnięto produkcję netto (= przyrost roczny) ok. 6700 kg tj. 420 kg z 1 m². Skarmiono przy tym 18 ton pokarmu przeważnie zwierzęcego pochodzenia, uzyskując współczynnik pokarmowy — 2,55.

Interesujący i mało znany przykład ogromnej produkcji na małej przestrzeni podaje autor z rzeki Tjibunut w pobliżu Bandungu w Indiach. Karp jest w tej rzece hodowany w klatkach bambusowych mających ok. 3 m² powierzchni i wysokich na 0,6—0,7 m. Umieszcza się w nich po 400 karpia, 5—8 cm długich. Produkcja w ciągu 2—3 miesięcy wynosi 50—75 kg. W przeliczeniu na cały rok i powierzchnię daje to około 720 000 kg na 1 ha.

Inne przykłady, już nie tak wyśrubowane, cytuje Holt m.in. z Konga gdzie w stawie niespełna hektarowym (0,8) za 7 miesięcy osiąga się 6500 kg tilapii, skarmiając 35 ton odpadów młynarskich.

Holt nie przytacza natomiast żadnych danych o ogromnej produkcji ryb zimnolubnych np. pstrągów chowanych w stawach np. Ameryki Płn. oraz Europy. W Danii np. osiąga się średnio 5000 kg i więcej z ha, skarmiając 5—7 krotnie więcej małowartościowej drobnicy. Również w Polsce otrzymywano przyrosty pstrąga tego samego rzędu wielkości. Niestety mało jest wód przydatnych do wymienionych rekordowych produkcji.

Trzeba też mieć na uwadze, że dla zaspokojenia zapotrzebowania na białko zwierzęce tak wzrastające przy zwiększającej się ludności świata — miarodajne jest podnoszenie średnich wyników produkcyjnych w gospodarce rybami słodkowodnymi, a nie odosobnione rekordowe przykłady.

Jak widać z przedstawionego powyżej przeglądu prac wygłoszonych na sympozjum w Reading we wrześniu 1966 r. i opublikowanych w książce Shelby Gerkinga, problematyka badań nad biologicznymi podstawami produkcji ryb w zbiornikach śródlądowych wzbogaciła się o wiele nowych ujęć oraz nowych interesujących wyników, i chociaż poszczególne zagadnienia przedstawiono w sposób niejednolity, niektóre wnikliwie i gruntownie, a inne wycinkowo lub marginesowo to jednak zapoznanie się z książką przez limnologów, ichtiologów i rybaków, którzy pragną znać obecny stan wiedzy w tej dziedzinie, jest najbardziej godne polecenia.

Stanisław Żarnecki

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ян Михейда</i> — Новые перспективы в биологии	499
<i>Кристина Киселевска</i> — Естественные сборные единицы паразитов как предмет исследований паразитосинекологии	513
<i>Адам Мёжоньски</i> — Субструктурная организация рецепторного эпителия лабирина млекопитающих	535
<i>Ян Добровольски</i> — О появлении земноводных в солёной воде и о физиологическом механизме этого феномена	547
<i>Станислав Бродзицки</i> — Присутствие цитохромов у ракообразных	555

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

<i>Анатоль Листовски</i> — Заметки об изменчивости и эволюции	561
---	-----

РЕЦЕНЗИИ

<i>Ядвига Сиеминьска</i> — Карол Стармах: <i>Chrysophyta I. Chrysophyceae</i> — Золотистые а также бесцветные жгутиконосцы свободно живущие зоофлагеллата	575
<i>Марян Новиньски</i> — Еще о рецензии книги „Растение”	577

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

<i>Якуб Мовшиович</i> — Николай Иванович Вавилов; <i>В. Й. Пайор</i> — Биологическое значение брадыкинин и каллидин; <i>В. Й. Пайор</i> — Количественное измерение фотосинтеза в клетках высших растений; <i>В. Й. Пайор</i> — Заторможенный биосинтез полисахаридов в клетках высших растений; <i>В. Й. Пайор</i> — Идентификация новой аминокислоты в экстрактах из гистонов; <i>В. Й. Пайор</i> — Новые исследования биохимизма тканей мозга; <i>Констанция Якутович</i> — О проблемах натриевого насоса; <i>Констанция Якутович</i> — Изучение облученного интерферона биологическими и ЭПР-методами; <i>Констанция Якутович</i> — Влияние лиофилизации на спектр ЗПР тканей животных;	583
--	-----

РАБОТЫ ЛАБОРАТОРИЙ И НАУЧНЫХ ИНСТИТУТОВ

<i>Марцин Плиньский</i> — Краткий обзор истории альгологических исследований проводимых в Московском Университете в течении последних 50-ти лет	595
---	-----

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

<i>Станислав Жарнецки</i> — Биологические основы продукции пресноводных рыб	601
---	-----

CONTENT

<i>Jan W. Michejda</i> — New perspectives in biology	499
<i>Krystyna Kisielewska</i> — Natural collective units of parasites in parasitological investigations	513
<i>Adam Miodoński</i> — Submicroscopic structure of the vestibular sensory epithelium of the mammals inner ear	535
<i>Jan Dobrowolski</i> — About the occurrence of living amphibian in sea water and brackish water and about the physiological mechanism of this phenomenon	547
<i>Stanisław Brodzicki</i> — Distribution of the cytochromes in Crustaceans	555

DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Anatol Listowski</i> — Some remarks on evolution mutability	561
--	-----

BOOK REVIEW

<i>Jadwiga Siemińska</i> — Karol Starmach: <i>Chrysophyta</i> I. <i>Chrysophyceae</i> as well as colourless and free living flagellates	575
<i>Marian Nowiński</i> — Once more on the review of the book "The plant"	577

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Jakub Mowszowicz</i> — Nicolai Iwanowich Wawilow; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Biological significance of bradykinins and kallidins; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Quatitative determination of phytosynthesis in cells of superior plants; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Identification of a new aminoacid in histone extracts; <i>Wiktor J. Pajor</i> — New investigations of the biochemism of brain tissue; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — On the problem of sodium pump mechanism; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Studies on irradiated interferon by biological and EPR methods; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Liofilization effect on EPR spectra of animal tissue	583
---	-----

THE WORKS OF RESEARCH CENTRES AND SCIENTIFIC INSTITUTES

<i>Marcin Pliński</i> — A short outline of the history of algological research made at the University of Moscow in the last 50-s	595
--	-----

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

<i>Stanisław Zarnecki</i> — The biological basis of freshwater fish production	601
--	-----

SPIS TREŚCI

<i>Jan W. Michejda</i> — Nowe perspektywy w biologii	499
<i>Krystyna Kisielewska</i> — Naturalne jednostki zbiorcze pasożytów, jako przedmiot badań parazytosynekologii	513
<i>Adam Miodoński</i> — Budowa submikroskopowa nabłonka zmysłowego części przedsionkowej ucha wewnętrznego ssaków	535
<i>Jan Dobrowolski</i> — O występowaniu płazów w wodach słonych oraz o mechanizmie fizjologicznym tego zjawiska	547
<i>Stanisław Brodzicki</i> — Występowanie cytochromów u skorupiaków	555

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Anatol Listowski</i> — Uwagi o zmienności i ewolucji	561
---	-----

RECENZJE

<i>Jadwiga Siemińska</i> — Karol Starmach: <i>Chrysophyta I. Chrysophyceae</i> — Złotowiciowce oraz wiciowce bezbarwne — zooflagellata wolnożyjące	575
<i>Marian Nowiński</i> — Jeszcze o sprawie recenzji i książki „Roślina”	577

KRONIKA NAUKOWA

<i>Jakub Mowszowicz</i> — Nikołaj Iwanowicz Wawilow; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Biologiczne znaczenie bradykinin i kallidyn; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Ilościowe oznaczenie procesów fotosyntezy w komórkach roślin wyższych; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Zahamowanie biosyntezy wielocukrowców w komórkach wyższych roślin; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Identyfikacja nowego aminokwasu w wyciągach z histonów; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Nowe badania biochemizmu tkanki mózgowej; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — O zagadnieniu pompy sodowej; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Modyfikacja metody ilościowego oznaczania kwasów nukleinowych; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Badanie naświetlonego interferonu metodami biologicznymi i EPR; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Wpływ liofilizacji na widmo EPR tkanek zwierzęcych	583
---	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

<i>Marcin Pliński</i> — Krótki zarys historii badań algologicznych prowadzonych na Uniwersytecie Moskiewskim w ostatnim 50-leciu	595
--	-----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Stanisław Żarnecki</i> — Biologiczne podstawy produkcji ryb słodkowodnych.	601
---	-----

Inquiries and orders with regard to all Polish scientific periodicals should be addressed to:

AUSTRALIA	— Contal, Co 94, Elizabeth Street, Melbourne C 1
AUSTRIA	— Verlags- und Kommissionsbuchhandlung Rudolf Fischl, Wien 1, Schönlaterngasse 13
BELGIUM	— Du Monde Entier, 5 Place St. Jean, Bruxelles 1
BRASIL	— Editorial Vitória Limitada, Rua Juan Pablo Duarte 50 sobrado, Caixa Postal 165 CZ-OO, Rio de Janeiro
CANADA	— S. Proszowski, 722, Queen Street W. Toronto 3, Ontario
DENMARK	— Ejnar Munksgaard Ltd., Prags Boulevard 47, Copenhagen S
ENGLAND	— Blackwell's, Broad Street, Oxford
FEDERAL GERMAN REPUBLIC	— Kubon und Sagner, 8 München 34, Schliessfach 68
FINLAND	— Akateeminen Kirjakauppa: Keskuskatu 2, Helsinki
FRANCE	— La Boutique Polonaise, 25, Rue Drouot, Paris IX ^e
THE NETHERLANDS	— Meulenhoff and Co., N.V., Beulingstraat 2, P.O. Box 197 Amsterdam C
ITALY	— Libreria Commissionaria Sansoni, S.P., Via Gino Capponi 26, Firenze, Casella Postale 552
JAPAN	— „Nauka“ Ltd., 2, Kanda-Zinbocho, 2-Chome, Chiyoda-Ku, Tokyo
NORWAY	— Narvesens Litteratur Tjeneste, P.O. Box 115, Oslo
SWITZERLAND	— Pinkus and Co., Zürich 1, Froschaugasse 7
SWEDEN	— Ab Nordiska Bokhandeln, Drottninggatan 7—9, Stockholm 1
U.S.A.	— Stechert-Hafner, Inc., 31, East 10th Street, New York 3, N.Y. — Fam Book Service, 69 Fifth Avenue-Suite 8 F, New York 3, N.Y.

or direct to:

Export and Import Enterprise „RUCH”
Warszawa, ul. Wilcza 46, POLAND
our bankers: Bank Handlowy w Warszawie S.A.

Tylko prenumerata zapewni
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Zamówienia przyjmują:

- Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch”, Warszawa
ul. Wronia 23, konto PKO nr 1-6-100.020.
- Urzędy pocztowe i listonosze
- Księgarnie „Domu Książki“
- Oddziały i Delegatury „Ruchu“

Prenumerata: roczna zł 90,—
półroczna zł 45,—

Zamówienia przyjmowane są do dnia 10 miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty
Bieżące numery można nabyć lub zamówić w księgarniach „Domu Książki” oraz
w Ośrodku Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych Polskiej Akademii Nauk
— Wzorcownia Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, Warszawa,
Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

Egzemplarze archiwalne można nabywać także w punkcie wysyłkowym Prasy
Archiwalnej „Ruch”, Warszawa, ul. Nowomiejska 15/17. Konto PKO nr 114-6-700041
VII O/M Warszawa

Prenumerata zagraniczna

- Koszt prenumeraty ze zleceniem wysyłki za granicę wynosi o 40%
drożej.
- Zamówienia dla zagranicy przyjmuje Biuro Kolportażu Wydawnictw
Zagranicznych „Ruch”, Warszawa, ul. Wronia 23, tel. 20-46-88, konto
PKO nr 1-6-100.024.

All inquiries regarding delivery terms of Polish scientific periodicals
should be directed to: Export-Import Enterprise „Ruch”, ul. Wilcza 46,
Warszawa 1 — Poland

Prices and contents of current issues of scientific periodicals are stated
in a special bulletin „Polish Scientific Periodicals” which is to be found
in Scientific Libraries and major distributing firms in your country.