

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XXV

WARSZAWA 1976

ZESZYT 5 (142)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXIV

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 5 (142)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1976

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

prof. dr Tadeusz Gorczyński, prof. dr Kazimierz Petrusiewicz
prof. dr Adam Urbanek
redaktor naczelny: prof. dr Włodzimierz Michałłow
sekretarz: mgr Jadwiga Kwiatkowska

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

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1142+108, ark. wyd. 9,25, ark. druk. 6,75

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

Oddano do składania 13.VII.76 r. Podpisano do druku 23.X.76 r.

Druk ukończono w październiku 1976

Zam. 369/76

J-42

Cena zł 15,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

JERZY ANDRZEJ CHMURZYŃSKI

TAJEMNICE TAŃCÓW PSZCZOŁ

(1) JAKIE INFORMACJE NIESIE TANIEC WERBUNKOWY?

Już od dawna znano następującą prawidłowość: umieszczone w pobliżu ula źródło pożytku może pozostawać nie zauważone przez pszczoły całymi godzinami, a nawet dniami; gdy wszakże choć jedna robotnica znajdzie to miejsce, to po niedługim czasie inne również przy nim się zjawiają. Nasuwało się podejrzenie, że ma tu miejsce rekrutowanie polegające na prowadzeniu nowych pszczoł do źródła pożytku. Dopiero doświadczenia przeprowadzone kilkadziesiąt lat temu pokazały, że sprawa nie jest taka prosta. Zbieraczki odnajdują bowiem źródło wiatku nawet wówczas, gdy zwiadowczynię złapie się zaraz przy ulu, który odwiedziła po znalezieniu miejsca z nektarem czy z pyłkiem [24]. Ten fakt nasuwał więc przypuszczenie, że zwiadowczyni przekazuje w jakiś sposób informację pszczołom znajdującym się w ulu, z której one mogą potem już samodzielnie korzystać.

Dopiero rozwinięta w XX w. przez von Frischa technika karmienia pszczoł w sztucznych karmikach, do których były przyuczone w drodze tresury oraz wykorzystanie doświadczalnego szklanego ula pozwoliła na rozszyfrowanie większości stojących przed badaczami zagadek. Historia tych badań żywo przypomina wysiłki prowadzące do odczytania napisów w alfabetach i językach dziś nie używanych [9].

Pierwsze eksperymenty przekonały von Frischa [10], że zwiadowczyni po powrocie do ula odbywa w nim „taniec”, czyli charakterystyczne ruchy po plastrze; ten zaś pobudza inne zbieraczki znajdujące się w tym miejscu — i jak się okazało, należące do jej „drużyny” — do podążania za nią i powtarzania jej pas, a następnie do wylotu z ula. Sądził on, że taniec ten ma charakter werbujący, pobudzający, natomiast kierującym elementem jest przyniesiony przez nią zapach. Potwierdziły to zresztą doświadczenia. Gdy w pewnej odległości od ula, na ogół nie większej niż 25 metrów, rozmieszczono kilka miseczek z syropem, a zawartość każdej z nich była zaprawiona odmiennym zapachem — i gdy jedną z nich, na przykład pachnącą miętą, odwiedziła zwiadowczyni, to po jej powrocie do ula tylko tę miseczkę odwiedzały następne zbieraczki zwerbowane przez nią podczas tańca. Można to było stwierdzić z całkowitą pewnością, ponieważ von Frisch znaczył barwnymi plamkami na tułowiu zarówno zwiadowczynię, jak i tańczące w ślad za nią zbieraczki. Inne potwierdzenie otrzymano w doświadczeniu z bezwonnym źródłem pożytku. Wówczas bowiem zwiadowczyni przed powrotem do ula uwypukla ostatnie

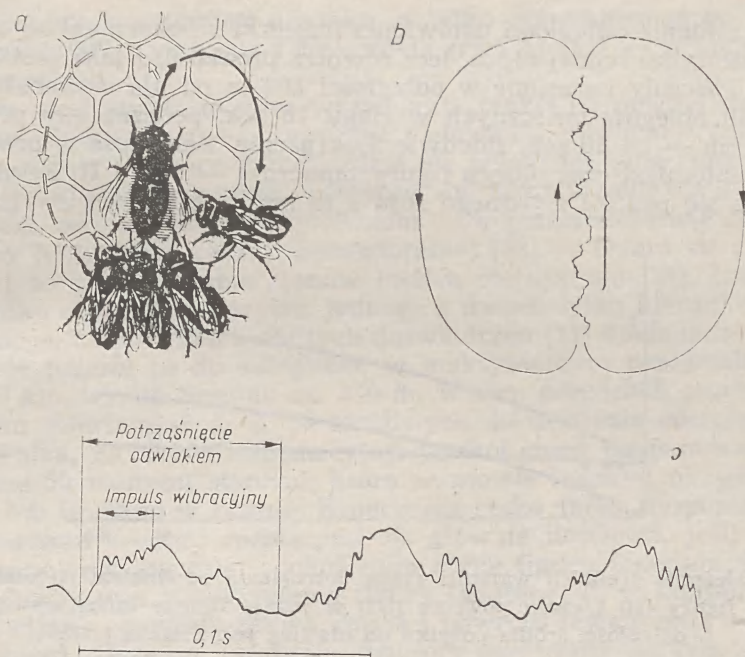
* Niniejsze opracowanie zostało wykonane w ramach problemu węzłowego 10. 4. 1. 01. 1. 1. Autor pragnie wyrazić podziękowanie Pani dr Albertynie Dembskiej z Zakładu Egypciologii Uniwersytetu Warszawskiego za pomoc w doborze przykładów pisma staroegipskiego i w ustaleniu ich wymowy.

segmenty odwłoka, gdzie między 5 a 6 członem znajduje się wonny gruczoł noszący nazwę Nassonowa, który rozsiewa silny gatunkowy zapach pszczoły. Z tak uwypuklonym gruczołem pszczoła wraca następnie do ula. Doświadczenia von Frischa i jego uczniów, a wśród nich naszego uczonego (obecnie profesora), Romana J. Wojtusiaka [37], wykazały, że zapach rozsiewany z gruczołu Nassonowa działa wabiąco nie tylko na pszczoły z własnego ula, ale również na obce. O roli informacji węchowej dodatkowo mówi niewprost inne doświadczenie, prowadzone w niekorzystnych warunkach. Otóż pszczoły nie są w stanie skierować zbieraczek do bezwonnego źródła pożytku, wokół którego rozsiały własny zapach, jeśli panuje zbyt silny wiatr.



Rys. 1. Taniec okrężany (wg von Frischa [11])

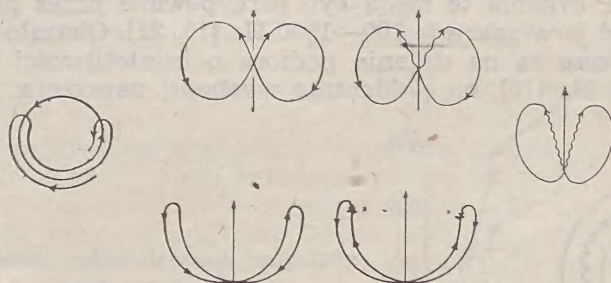
Dalsze badania wykazały, że tańce, jakie pszczoły odbywają w ulu, nie są jednakowe. Niekiedy zataczają one kółko raz w jedną, raz w drugą stronę — odbywając taniec zwany okrężanym (rys. 1). Niekiedy zaś obserwuje się inny rodzaj tańca — kiedy pszczoła wywija jakby ósemkę idąc raz w prawo, raz w lewo, przy tym środkową część odbywa zawsze z głową skierowaną w tę samą stronę. Tę jakby średnicę zarysowanego w ten sposób koła odbywa pszczoła wywijając odwłokiem na boki, stąd też taniec ten zyskał nazwę wywijanego albo potrząsanego (rys. 2). Jak się później okazało, dzięki czystemu przypadkowi von Frisch obserwował taniec okrężany wówczas, kiedy pszczoły miały do dyspozycji nektar, taniec wywijany wtedy zaś, gdy znajdowały obfite zapasy pyłku. To doprowadziło go do przekonania, że rodzaj tańca wiąże się z rodzajem pożytku [10]. Von Frisch zlekceważył wówczas obserwacje pracującego u niego R. Wojtusiaka, który zauważył, że pszczoły, którym podano pyłek w pobliżu ula, wykonują taniec okrężany, a nie wywijany, jak wynikałoby z tej hipotezy [37]. Dopiero dokładniejsze badania przeprowadzone przez von Frischa pod koniec II wojny światowej, a opublikowane bezpośrednio po wojnie [35], wykazały niesłuszność pierwotnej hipotezy. Rodzaj tańca nie wskazuje na jakość pożytku, a wiąże się z odległością, w której można go znaleźć. Jeżeli pokarm znajduje się niedaleko od ula, powracająca pszczoła — czy to zwiadowczyni, czy też zwierzbowana zbieraczka — odbywa w ulu taniec okrężany. Jeśli odległość jest większa — jest to taniec wywijany. Dalsze badania, prowadzone przez Tschumiego [33], wykryły przejściowe formy między tańcem okrężanym a



Rys. 2. Taniec wywijany

a — odbiór informacji od tańczącej pszczoły (wg von Frischa [11]); b — figura tańca z zaznaczoną fazą potrząśnięcia odwłokiem; c — powiększony odcinek tej ostatniej, zaznaczony klamrą na rys. b, z widocznymi impulsami wibracji (wg Escha [6]).

wywijanym, które nazwano tańcem sierpowatym. Został on niezależnie odkryty przez polskiego badacza J. Woykego [38]. Ma on już niektóre cechy tańca wywijanego; nawet może pojawiać się w nim fragment wymachiwania odwłokiem, przy czym głowa pszczoły jest zwrócona wów-

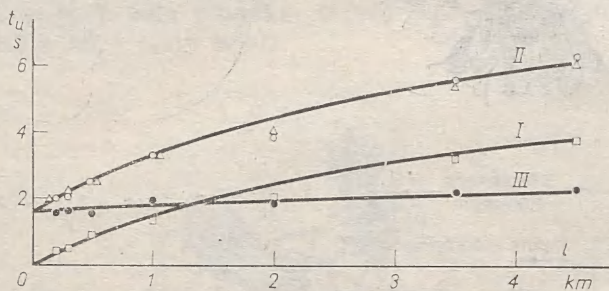


Rys. 3. Dwa rodzaje przejścia od tańca okręcanego do wywijanego w miarę wzrostu odległości źródła pożytku od ula

u góry — przez figurę ∞ , u dołu — przez taniec sierpowaty. Strzałkami zaznaczono podawany tańcem kierunek w stosunku do siły ciężkości; x — faza wywijana w tańcu sierpowatym (wg von Frischa i Heina z von Frischa [11] oraz z Tschumiego [33]).

czas mniej więcej w tym samym kierunku przy każdorazowym obiegu. Może też być przejście między dwiema podstawowymi formami tańca przez figurę ∞ (rys. 3). W naszym artykule zajmujemy się tylko tymi tańcami, zwanymi „werbunkowymi” — pomijając inne, o różnej roli alarmującej [11, 38].

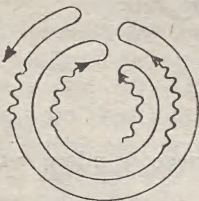
Przy zmianie odległości ustawienia miseczki z pokarmem od ula zmienia się nie tylko rodzaj tańca, lecz również prędkość, z jaką jest odbywany [11]. Pszczoły karmione w odległości 100 m od ula wykonały po powrocie 10 obiegów tanecznych w ciągu 15 sek, podczas gdy przy odległości 6 km — na 15 sek. zaledwie 2 okrążenia. Zależność tę przedstawia rys. 11, natomiast czas obiegu figury tanecznej — rys. 4 II. Zgodność zachowania się pszczół z jednego roju z tą regułą opisującą związek odle-



Rys. 4. Zależność średnich wartości czasu potrząsania odwłokiem (I) czasu obiegu tanecznej figury (II) i czasu powrotu (III) w jednej figurze tańca wywijanego od odległości źródła pożytku od ula (wg von Frischa [11]).

głości wziętku i prędkości obrotów tanecznych jest tak duża, iż na podstawie uzyskanego wykresu można z ich obserwacji oceniać, z jakiej odległości pszczoły przynoszą pożytek.

Wiadomości te uzupełnił następnie Esch [6, 7], który stwierdził, że podczas fazy wywijania pszczoła produkuje impulsy wibracji o drobnej amplitudzie (por. rys. 2), które wiążą się z generowaniem dźwięku przez tułów i drgające lekko skrzydła. Częstość drgań owych wibracji (i dźwięków) wynosi ok. 250 cykli na sekundę (herców, Hz) [6]. Przenosząc się przez podłoże, drgania te mogą być percypowane przez pszczoły, które mogą odbierać je w zakresie 100—1500 Hz [15, 22]. Okazało się przy tym, że najwrażliwsze są na drgania podłoża o częstotliwości 200—350 Hz, zwłaszcza 280 Hz [16], co ewidentnie wychodzi naprzeciw potrzebie ko-

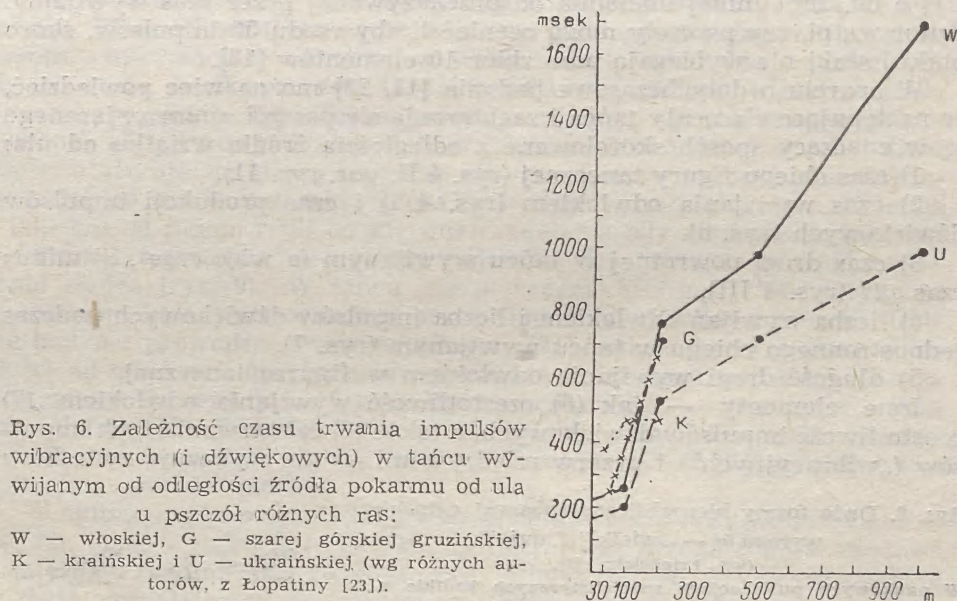


Rys. 5. Taniec okrężany z fazami potrząsania (z Łopatiny [23])

munikacyjnej. Istotnie, okazało się bowiem rychło, że dźwięk ten nie jest li-tylko reakcją uboczną, ale dodatkowym kanałem informacyjnym [34]. Jest przede wszystkim wyzwaczem reakcji — w sensie tinbergnowskim [32]. Jak stwierdził Esch [8], tylko tańce z komponentem dźwięku podczas fazy wywijania odgrywają rolę werbunkową; tańce „nieme” są nieskuteczne. Nie dotyczy to wszakże tańca okrężanego, podczas któ-

rego z zasady brak emisji dźwięku, a tylko wyjątkowo mogą się pojawiać „wstawki” wywijania i brzęczenia (ryc. 5) [11] — o takiej samej, werbującej roli.

Prócz werbowania (a więc wyzwalania reakcji) i pewnej domniemanej formy kierowania — czym jest podawanie informacji o odległości wziętku od ula — tańce pszczół zdają się pełnić też inną funkcję sterującą: orientują lot zbieraczek w terenie. Zwróćmy w związku z tym uwagę na fakt, że kierowanie zachowaniem — w przeciwieństwie do wyzwalania czy hamowania reakcji behawioralnej [32] — opiera się zwykle na większej od dwóch liczbie stanów bodźca sterującego [34]. Innymi słowy, rzadko chodzi np. o wybór jednego z dwóch tylko kierunków. I rzeczywiście — oszacowana z obfitych doświadczeń [11] dokładność informowania się pszczół co do odległości, w maksymalnym przedziale od 0,05 do 12,00 km, wynosi średnio ok. 240 m. W tym przedziale pszczoły mogą się zatem informować o ok. 50 możliwych do ustalenia odległościach. Z tego wynika, że układ informacyjny pszczół musi dysponować w tym względzie 50 różnymi stanami, które w mowie ludzkiej określamy wyrazami lub liczbami w piśmie. Kinetyczna cecha tańca dysponuje takimi możliwościami — choć różniącymi się głównie ilościowo, jeśli pominie my opisane trzy czy cztery jakościowo różne figury taneczne. Przypomnijmy choćby czas wykonywania figury tanecznej (i, w konsekwencji, jej faz: wywijania, powrotu prawą stroną i powrotu lewą stroną — w tańcu wywijanym). Może on być przez pszczoły szacowany na tyle dokładnie, że daje im dostateczną informację o odległości z wymienioną dokładnością.

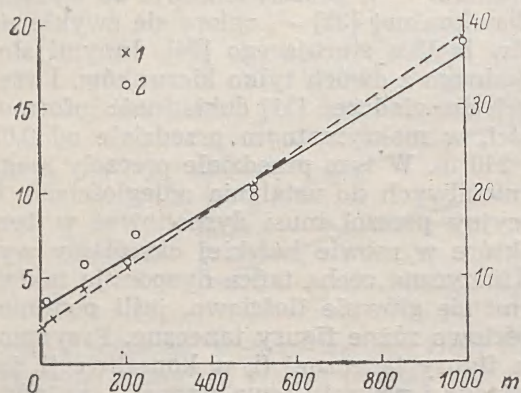


Rys. 6. Zależność czasu trwania impulsów wibracyjnych (i dźwiękowych) w tańcu wywijanym od odległości źródła pokarmu od ula u pszczoł różnych ras:

W — włoskiej, G — szarej górskiej gruzińskiej, K — krańskiej i U — ukraińskiej (wg różnych autorów, z Łopątiny [23]).

Czy emitowane przez pszczoły dźwięki charakteryzują się podobnymi, stopniowanymi cechami? Niewątpliwie tak [23]. Niosą więc dodatkową informację [26]. Wprawdzie, jak wykazała analiza statystyczna, czas trwania impulsów dźwiękowych i trwanie przerw między nimi są względ-

nie stałe i nie niosą informacji [6]. Ponieważ jednak w miarę wzrostu odległości pożytku od ula taniec jest coraz powolniejszy, to przedłuża się bezwzględny czas trwania fazy wywijanej — i skorelowanej z nią fazy dźwiękowej [7] (rys. 6). (Zgodnie z danymi rys. 11 obserwuje się tu różnice rasowe [2]). Jak widać z rys. 2c, impulsów wibracyjnych, którym towarzyszy produkcja dźwięku, jest około dwukrotnie więcej od wywijań odwołkiem [6]; (częstotliwość impulsów wynosi 20—30 Hz [8],



Rys. 7. Zależność liczby potrząsań odwołkiem, 1 (lewa rzędna) oraz impulsów wibracyjno-dźwiękowych 2 (prawa rzędna) — w tańcu wywijanym od odległości źródła pożytku od ula (wg Lewczenki [20]).

podczas gdy wywijań — średnio 15 Hz [6, 30]). Taki też jest związek tych elementów tańca z odległością źródła wziętku od ula [20] (rys. 7). Inna rzecz, iż informacja, która może płynąć tym kanałem jest wg von Frischa [11] o ok. 29% mniej dokładna od przekazywanej przez czas wywijania. Autor wątpi, czy pszczoły mogą oceniać liczby rzędu 50 impulsów, skoro ptaki i ssaki nie wybiegają poza zbiór 10 elementów [18].

W oparciu o dotychczasowe badania [11, 23] można więc powiedzieć, że następujące elementy tańca i zachowania się pszczoł z nim związanego są w znaczący sposób skorelowane z odległością źródła wziętku od ula:

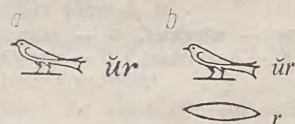
- 1) czas obiegu figury tanecznej (rys. 4 II, por. rys. 11),
- 2) czas wywijania odwołkiem (rys. 4 I) i czas produkcji impulsów dźwiękowych (rys. 6),
- 3) czas drogi powrotnej w tańcu wywijanym (a więc czas „1” minus czas „2” (rys. 4 III),
- 4) liczba wywijań odwołkiem i liczba impulsów dźwiękowych podczas jednostronnego obiegu w tańcu wywijanym (rys. 7).

5) długość drogi wywijania odwołkiem w figurze tanecznej.

Inne elementy — jak (6) częstotliwość wywijania odwołkiem, (7) częstotliwość impulsów dźwiękowych, a także (8) czas trwania tych impulsów („wibracyjnych”) i przerw między nimi — nie wykazują związku z

Rys. 8. Dwie formy hieroglificznej pisowni egipskiego wyrazu *ūr* — „wielki” („dużo”) (wg Friedricha [9].

W naukowych publikacjach specjalistycznych krótkie u (*ū*) jest zwykle transliterowane w sposób angielski — przez *w* [5, 9]



odległością. Najwyższy — spośród pierwszych — stopień korelacji z odległością, zgodnie z wynikami doświadczeń von Frischa i Jandera z 1957 r. [12] wykazuje miara nr 2: czas wywijania odwołkiem, pokrywający się

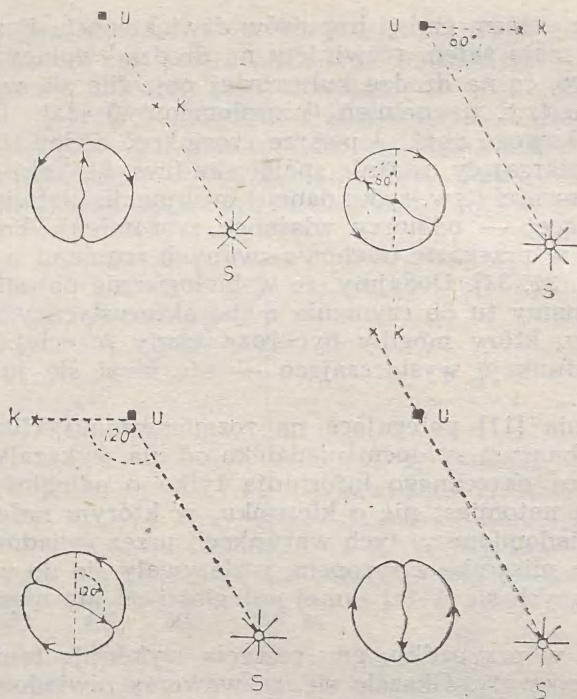
jak się rzekło z czasem emisji impulsów dźwiękowych. Pozostałe wskazniki odległości mają zatem rozwinięty na drodze ewolucyjnej charakter zbliżony do tego, co na drodze kulturowej pojawiło się w piśmie staroegipskim — do tzw. uzupełnień (komplementów) [25]. Do dwu- lub więcej spółgłoskowego znaku¹ pisarze częstokroć dodawali osobny znak fonetyczny powtarzający ostatnią spółgłoskę (rys. 8). Taki zabieg prowadzi do nadmiarowości (tzw. redundancji) informacji, ułatwiającej — a raczej zapewniającej — odbiorcy właściwe zrozumienie komunikatu pomimo zakłóceń w przekazie (fachowo zwanych szumami w kanale informacyjnym) [29, 31, 34]. Dodajmy, że w biologicznie powstałym systemie tańca pszczół mamy tu do czynienia z charakterystycznymi niedoskonałościami układu, który mógłby być rozwiązany prościej, ale ponieważ spełnia swoją funkcję wystarczająco — nie musi się już ewolucyjnie doskonalić [19].

Doświadczenia [11] polegające na rozmieszczeniu kilku miseczek z jednakowo pachnącym syropem niedaleko od ula wykazały, że elementy kinetyczne tańca okręcanego informują tylko o odległości pożytku od ula, nie mówią natomiast nic o kierunku, w którym należy go szukać. Zbieraczki zawiadomione w tych warunkach przez zwiadowczynię, która odnalazła jedną miseczkę z syropem, rozlatywały się do wszystkich miseczek znajdujących się w tej samej odległości od ula niezależnie od ich położenia.

Inaczej jest w przypadku, gdy pszczoła wykonuje taniec wywijany, albo nawet sierpowaty. Okazało się, że wówczas zawiadomione pszczoły lecą w określonym kierunku — zgodnym z położeniem miseczki odkrytej przez zwiadowczynię. Można było więc przypuszczać, że tańce te niosą więcej informacji od tańca okręcanego. Dalsze doświadczenia [11] wyjaśniły, który element tańca wywijanego jest odpowiedzialny za przenieszenie informacji o kierunku, w jakim należy lecieć. Jest to mianowicie ta prosta, środkowa część tańca wywijanego, podczas której pszczoła wymachuje odwłokiem. Tańce pszczoły miodnej są, jak wiadomo, odbywane na pionowych plastrach w ciemności panującej w ulu. Otóż pszczoła kieruje się głową ku górze wówczas, gdy w rzeczywistości należy lecieć od ula w kierunku słońca, zaś odpowiednio odchyła „oś” tańca o taki kąt od pionu, czyli od kierunku działania siły ciężkości, o jaki kąt — zwany azymutem — należy odchylić tor swego lotu od położenia słońca (rys. 9). W tańcu sierpowatym kierunek ten wyznacza dwusieczna kąta wytworzonego przez obie fazy wywijane (rys. 3). Dalsze badania prowadzone w tym zakresie [21] wykazały, że granica odległości od ula, w której zachodzi przejście w tańcach pszczół od tańca okręcanego do wywijanego względnie sierpowatego — wiąże się z rasą pszczół (rys. 10). Również od rasy zależy tempo, w jakim pszczoły wykonują swe tańce (rys. 11) [2]. Na tej podstawie zaczęto [21] mówić o dialektach w „mowie” pszczół.

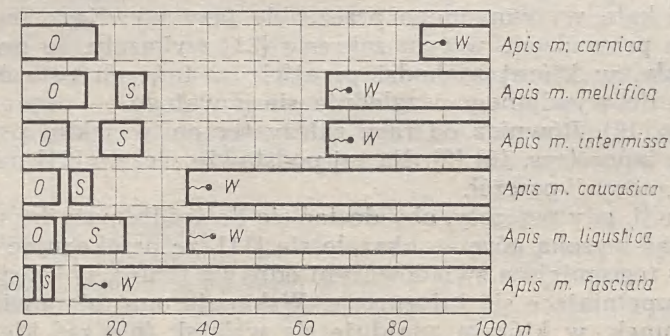
W sytuacji, gdy pszczoły, aby dostać się do źródła pożytku muszą ominąć np. jakąś wysoką górę — okazało się [11], że przekazując wiadomość o położeniu tego miejsca zwiadowczyni odbywa taniec, w którym zawarte są dwie uzupełniające się informacje. Wskazuje ona mianowicie geograficzny kierunek, w którym znajduje się wziętek (nie zaś kierunek faktycznej trasy). Natomiast informację o odległości źródła pożytku od ula podaje według faktycznej długości trasy lotu, który należy odbyć omija-

¹ Czystych samogłosek w rodzimych wyrazach w zasadzie nie zapisywano [4].



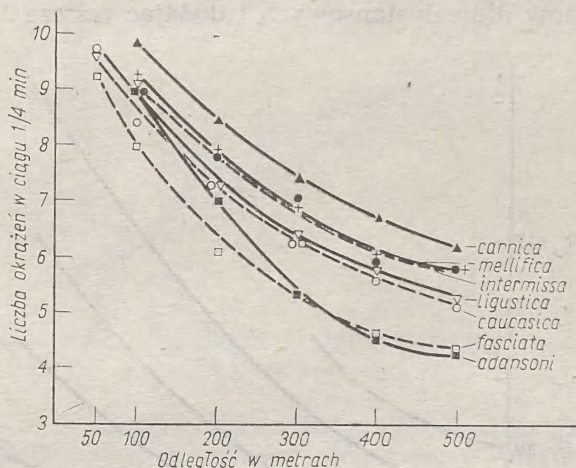
Rys. 9. Zależność orientacji figury tańca wywijanego w stosunku do siły ciężkości (skierowanej ku dołowi rysunku) od azymutu trasy lotu do źródła pożytku względem kierunku położenia słońca — wynoszącego odpowiednio 0° , 60° , 120° i 180° ; u — ula, k — karmnik, s — słońce
(wg von Frischa [11], z Wojtusiaka [37])

jąc przeszkodę. Wykazanie tego narzucało w sposób naturalny eksperymentalne podjęcie pytania, co jest podstawą oceny odległości przez pszczołę. Wyjaśnienia dostarczyło doświadczenie odbywające się w warunkach silnego wiatru. Okazało się wówczas, że gdy lot do źródła pożytku odbywa się zgodnie z wiejącym wiatrem, pszczoła podaje informa-



Rys. 10. Rasowe różnice w tanecznej interpretacji odległości źródła pożytku od ula u pszczoły miodonośnej
przedziały odległości, w których występuje taniec okrężany (O), sierpowaty (S) i wywijany (W) (wg Bocha [2]).

cję, jakby źródło znajdowało się bliżej. Gdy zaś trzeba lecieć pod wiatr, pokonać większy opór — wówczas pszczoła podaje informację taką, jakby źródło wiatku znajdowało się dalej. Z tego wyciągnięto wniosek, że informacja o odległości jest oparta na wysiłku mięśniowym pszczoły udającej się z ula po wiatkę. Potwierdza to zresztą podobne doświadczenie, gdy w terenie górzystym trzeba lecieć w górę bądź też w dół.

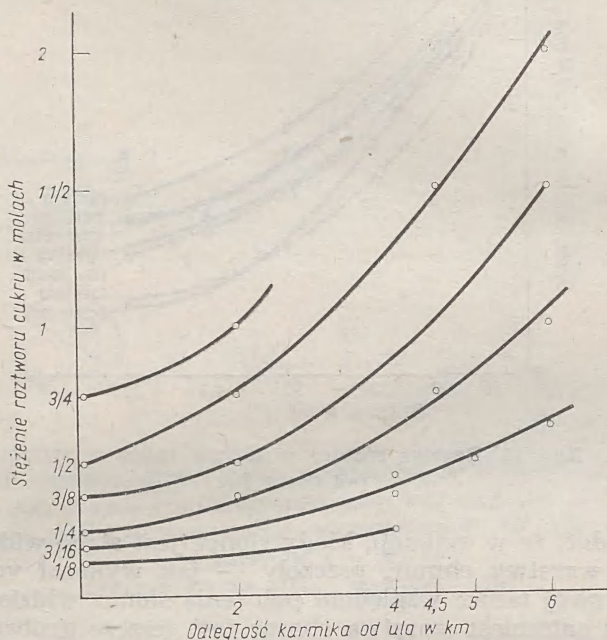


Rys. 11. Rasowe różnice w tempie tańca u pszczół
(wg Bocha [2])

Warto dodać, że w sytuacji, kiedy słońce jest słabo widoczne zza niezbyt grubej warstwy chmur, pszczoły — jak wykazał von Frisch [11] — orientują swój taniec względem położenia słońca widzianego w ultrafiolecie. Gdy natomiast warstwa chmur jest jeszcze grubsza i nawet ultrafiolet przez nią nie przenika, wówczas do orientacji tańca i lotu potrzebna jest pszczole widoczność chociażby niewielkiego wycinka błękitu nieba, który — jak wiadomo — wykazuje spolaryzowanie światła o kierunku i stopniu zależnym od położenia słońca na niebie [36].

Z badań Stechego [30], ucznia von Frischa, okazało się, że pszczoły w swych tańcach podają nie tylko wspomniane dotychczas informacje — o kierunku i odległości pożytku (bądź locum do objęcia przez rojące się pszczoły); informują one również o wydajności pożytku (lub o jakości locum). Jeśli źródło wiatku jest mało wydajne, wówczas pszczoła, która je odwiedziła, będzie wykonywała w ulu taniec bardzo krótko. Jeżeli natomiast wydajność źródła jest większa bądź też zawartość cukru w syropie jest wyższa — wówczas trwanie takiego tańca werbunkowego jest dłuższe i jest on „żywszy”. Na przykład przy stężeniu roztworu cukru równym $\frac{1}{4}$ M średni taniec trwał 0,25 s, przy $\frac{3}{8}$ M — 10,5 s, przy $\frac{1}{2}$ M — 17,6 s, przy 1M roztworze — 14,9 s, zaś 2-molarny roztwór wyzwolił 23,8-sek. taniec. Przy tym, w pierwszym przypadku tańczyło 7,7% zbieraczek, w drugim 53%, w następnych 73 i 92,7%, a w ostatnim — 100% (spośród 39—55 pszczół). Zachodzi przy tym ważna z punktu widzenia ekonomiki zachowania się pszczół prawidłowość: im większy jest dystans źródła pożytku od ula, tym wyższe musi być stężenie cukru konieczne do wyzwolenia tańca po powrocie zbieraczki (rys. 12). Chodzi bowiem o to, by pszczoła wracając mogła do ula coś przynieść, a nie zużyła całego

zebranego nektaru na pokrycie własnych potrzeb energetycznych podczas przelotu. Wyobrażenie o tych sprawach może dać krótki rachunek. Robotnica o masie 100 mg zużywa podczas lotu średnio 10,4 mg cukru na godzinę [17]. Przyjmując że pobiera ok. 40 mg nektaru o 40% stężeniu cukru [27] (tj. do 16 mg cukru) — ten zapas może jej starczyć na ok. 1 1/2 godz. lotu. Przyjmując dalej bliską górnej wartości 6 m/s na prędkość lotu pszczoły [3], co jest mówiąc nawiasem dość ryzykowne w odniesieniu do lotów długodystansowych i dodając jeszcze 15 min. lotu na



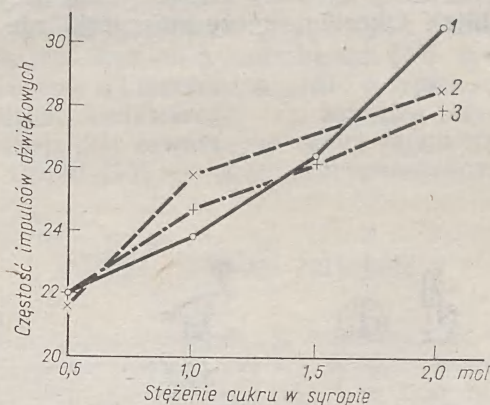
Rys. 12. Stężenie sacharozy w roztworze niezbędne do wyzwolenia tańca u pszczoły po jej powrocie do ula — w zależności od odległości karmnika od ula (wg Bocha, 1956, z von Frischa [11])

zapasie cukru w hemolimfie [1] — otrzymujemy wielkość 40,0 km jako górną granicę zdolności pszczoły do lotu bez dokarmiania się po drodze. Jak wiadomo z danych eksperymentalnych [28], maksymalna odległość na pustkowi, z której powrót pszczół został zanotowany, wynosiła 13,5 km. Natomiast największa odległość źródła pożytku, z której uzyskiwano jeszcze tańce w ulu, równała się 11 km [11]. Biorąc pod uwagę to, że w takiej sytuacji pszczoła musi mieć koniecznie „paliwo” cukrowe na przebycie 22 km w obie strony, może jej jeszcze zostać w wolu roztwór zawierający ok. 3 mg cukru, który po powrocie będzie mogła złożyć do plastra. Trudno wszakże wyobrazić sobie pszczołę odbywającą swój „maratoński lot” z prędkością sprintera. Wystarczy zaś, aby leciała z prędkością ok. 4 m/s, a wróciłaby z pustym wolem.

Informacja o stężeniu cukru jest więc nader ważną sprawą. Jak też się wydaje, częstość impulsów wibracyjnych (a z nimi — i dźwiękowych) zależy od niego [8] (rys. 13).

Dalsza analiza tańca pszczelego pokazała, że treść komunikatu nie ogranicza się do omówionej dotychczas — w przypadku tańca wywijane-

go — wiadomości: „w odległości określonej takim to a takim sumarycznym wysiłkiem lotu, w tym to kierunku w stosunku do słońca (lub polaryzacji błękitu nieba) znajduje się cel, godny uwagi w takim to stopniu”. Jak wykazano eksperymentalnie, pszczoła określa również charakter obiektu, który swym tańcem ogłasza.

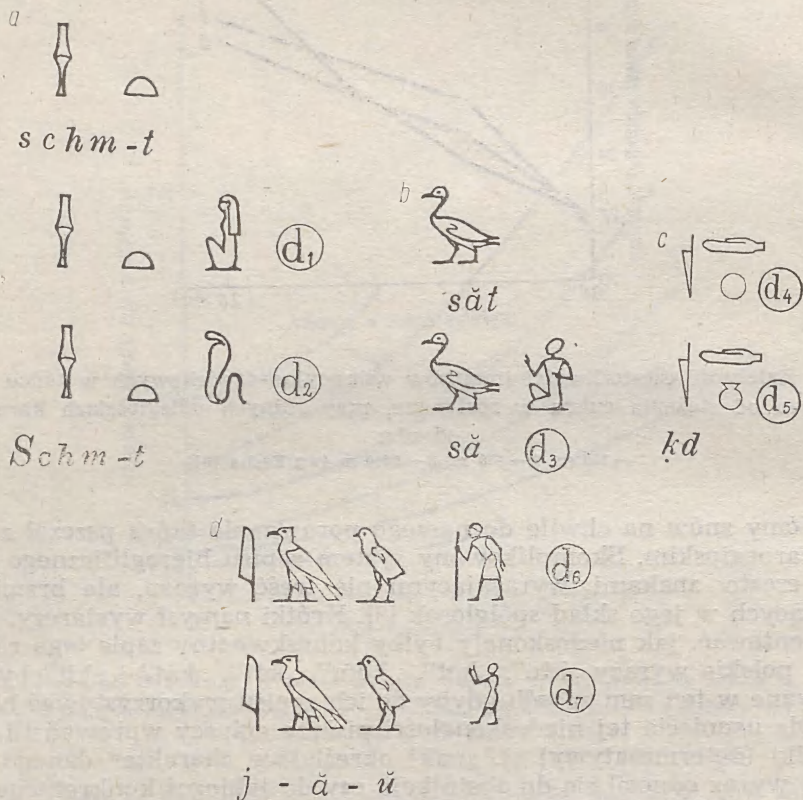


Rys. 13. Zależność częstotliwości impulsów wibracyjno-dźwiękowych w tańcu werbunkowym od stężenia cukru w roztworze, przy różnych odległościach karmnika od ula:

1 — 150 m, 2 — 600 m, 3 — 1500 m (wg Escha [8])

Wróćmy znów na chwilę do naszego porównania tańca pszczół z pismem staroegipskim. Skomplikowany system zapisu hieroglificznego operował często znakami wyrażającymi nie treść wyrazu, ale brzmienie wchodzących w jego skład spółgłosek [9]. Krótki namysł wystarczy, żeby się zorientować, jak niedoskonały byłby konsekwentny zapis tego rodzaju. Oto polskie wyrazy „kto”, „kot”, „kota”, „kat”, „kąt” i „kit” byłyby zapisywane w ten sam sposób gdyby do ich zapisu wykorzystywać hieroglify. Dla usunięcia tej niedoskonałości pisarze egipscy wprowadzili tzw. określniki (determinatywy) tj. znaki określające charakter danego słowa: czy wyraz odnosił się do abstrakcji, czy do jakiegoś konkretnego pojęcia — i z jakiej dziedziny [9, 25] (rys. 14). Podobne „determinatywy” znajdziemy również w porozumiewaniu się pszczół. Jak powiedzieliśmy, ostatecznie okazało się, że wszystkie rodzaje tańców — okręcany, sierpowaty i wywijany — odnosić się mogą do różnych rodzajów pożytku, tj. do źródła nektaru czy też pyłku, a także tzw. propolisu. Podobny sposób komunikowania się wykorzystują pszczoły przy informowaniu się w okresie rójki o pomieszczeniu nadającym się do zajęcia przez rój opuszczający ul [11, 21]. Pszczoły zawiadamiające o takim miejscu nie podają tańczącym wspólnie z nimi robotnikom nektaru do spróbowania, mają też puste koszyczki na tylnych odnóżach — i ten brak informacji, dodatkowej w stosunku do kinetycznych „znaków” tańca, można porównać do braku determinatywu. W tej interpretacji zakładamy, że w „mowie” pszczelej wyrazy „ul”, „pyłek” i „nektar” określane są jednym symbolem „cel” czy „korzystać”. Dla rozróżnienia wziętku — jego „determinatywem” jest próbka przyniesionego pożytku, którą pszczoła-zwiadowczyni bądź zwerbowana zbieraczka daje do zbadania towarzyszącym jej,

tańczącym pszczołom. Gdy znajdzie źródło pyłku, ma obnóza z tym pyłkiem, gdy natomiast informuje o znalezieniu bogatego źródła nektaru, od czasu do czasu odwraca się do towarzyszących jej, tańczących w ślad za nią pszczoł-zbieraczek, które powtarzają za nią każdy „piruet” jej tańca — i udziela ze swego wola odrobinę nektaru, który one próbują. Esch [zob. 11] wykazał, że zmuszają ją do tego współtancerki 0,1—0,2 sek. piskiem o częstotliwości 300—400 Hz. (Gdy nie uczyni tego na „wezwanie”, zostaje zabita). Okazało się, że zbieraczki nie tylko obwąchują



Rys. 14. Zastosowanie w piśmie staroegipskim determinatywów służących do określania znaczenia różnych wyrazów o jednakowych rdzeniach spółgłoskowych

a — znaki fonetyczne *schm-t*, które bez determinatywu oddają słowo „sechemet” i znaczą „moc”, „siła”, natomiast z determinatywem kobiety (d₁) lub bogini (kobra, d₂) — imię bogini Sachmet, b — znak fonetyczny, który pierwotnie oddawał wyraz *sāt* „gęś”, z określnikiem mężczyzny (d₃) znaczący *sā* „syn”, c — tu w obu przypadkach znaki fonetyczne *k-d* reprezentujące rdzeń spółgłoskowy wyrazu *kd* występują z determinatywem: d₄ określa „koło”, zaś d₅ — „robić garnki”, d — jednakowy rdzeń fonetyczny *jāŭ* dzięki determinatywowi d₆ użyśkuje znaczenie „starzec”, natomiast z określnikiem d₇ znaczący „pochwała”* (wg [4, 5, 9, 25])

* Użyliśmy transliteracji „intuicyjnie” zrozumiałej dla laika. W piśmiennictwie fachowym spółgłoska *ch* jest oddawana przez *ḫ*, *j* przez *i*, *ā* przez *3*, które odpowiada głosce „alef” alfabetów semickich, wymawianej jako słaby przydech (przy zamkniętej głosi) tylko wraz ze spółgłoskami — i dlatego, podobnie jak *ũ*, traktowanej jako tzw. słaba spółgłoska. Znak *k* wyraża spółgłoskę tylnojęzykową (jak semickie *q*) [4, 9].

ciało tańczącej pszczoły — dotykają ją czułkami — ale również zapamiętują zapach nektaru, a nie sam jego smak. Ze specjalnych doświadczeń przeprowadzonych przez von Frischa okazało się, że zapach nektaru jest nawet ważniejszym wskaźnikiem informacyjnym dla pszczół od zapachu jej ciała; (w naturalnych okolicznościach są one oczywiście jednakowe przez pewien czas po odwiedzeniu kwiatu).

Jak więc widzimy, taniec pszczół — wraz z towarzyszącymi mu niekinetycznymi elementami behawioralnymi — jest bardzo rozwiniętą formą porozumiewania się. Jest on komunikatem [29] zawierającym informację o odległości, często o kierunku, a nadto o typie „celu”, jego jakości, a w przypadku wziętku kwiatowego — o zapachu jego źródła. Dla obliczenia ilości informacji [34] zawartej w takim tańcu można wykorzystać — jak to uczynił Gould [13] — wzór zaproponowany przez Haldane'a i Spurway [14]:

$$I = \left(\lg \frac{R}{s} : \lg 2 \right) - 2,047 \text{ [bit]}.$$

gdzie R określa zakres sygnalizowanych wartości (np. od 0 do 360° kierunku względem azymutu słońca), zaś s jest odchyleniem standardowym rozsiewu rekrutacji. Tak obliczona wartość I , tj. ilość informacji w bitach dla oceny kierunku wynosi 4,5 bitów, gdyż s ma przeciętną wartość 4°. Zatem zaobserwowana w doświadczeniach efektywność sterującej roli tańca pszczół odnośnie do kierunku ma w dużym przybliżeniu dokładność 1 rumba. Ta — stosowana w żeglarstwie — kątowna miara azymutu odpowiada 11 1/4°. Zakres wskazywanych tańcem odległości zawiera się między 0 km (formalnie! praktycznie: 50—100 m) a 12 km; przeciętna wartość odchylenia standardowego (s) dla dokładności oceniania odległości z tańca wg Goulda [13] wynosi 60 m. Obliczona ze wzoru wartość I dla odległości wynosi więc 5,7 bitów informacji. Celem, o którym „mówi” taniec, może być nektar, pyłek, propolis² albo miejsce do zamieszkania, (wodę traktując jako bardzo rozcieńczony nektar). To odpowiada 2 bitom informacji (trzeba 2 razy zadać pytanie, na które pada odpowiedź „tak” lub „nie”, aby jednoznacznie określić cel). Jakość celu jest określaną przez nie dającą się ilościowo określić „żywość” tańca, jak i przez czas jego trwania. Powściągliwie możemy tej kategorii przypisać wartość dalszych 2 bitów informacji. Taniec jest następnie okazją do informowania zbieraczek o zapachu pożytku. W oparciu o wyniki pochodzące z różnych źródeł Gould [13] szacuje, że pszczoły są zdolne do rozróżniania liczby rzędu 10² różnych zapachów, co znów daje 6,5 bitów informacji. Zgodnie z tymi ocenami najniższa wartość informacji przekazywanej w tańcu pszczelim wynosi zatem ok. 20 bitów. Znaczy to, że gdybyśmy pszczołom zadawali pytania, na które (bez zgadywania!) odpowiadałaby tak lub nie — dla jednoznacznego określenia sytuacji definiowanej przez nią w tańcu musielibyśmy zadać co najmniej 20 takich pytań. Dla uproszczenia przyjmujemy przy tym, że na każde z tych pytań obie odpowiedzi są jednakowo prawdopodobne [34], co jednak nie jest prawdą (dużo mniej

² Inaczej „kit pszczeli” [28]: lepka masa balsamicznych, żywicznych substancji roślinnych z domieszką wosku, pyłku kwiatowego i cząstek gleby — przynoszona w koszyczkach, podobnie jak pyłek. Wykorzystywany przez pszczoły do uszczelniania ramek, ula, izolowania zwłok zabitych w ulu zwierząt na tyle dużych (jak mysz), że pszczoły nie są w stanie ich usunąć na zewnątrz.

prawdopodobne jest np. przekazywanie informacji dotyczącej kitu pszczelego czy miejsca nadającego się do osiedlenia się roju niż informacji dotyczącej źródła pyłku lub nektaru). Jeśli by każdy kompleksowy zespół informacji przekazanych na drodze tańca oraz współdziałających z nim czynników (jak zapach, próbka wziętku) nazwać zdaniem, to — zgodnie z otrzymaną w naszym rachunku wartością — repertuar możliwości informacyjnych pszczoły odpowiada 4 mln różnych zdań³.

Aby te możliwości tańca pszczelego, jako środka porozumiewania się, porównać w sposób sensowny ze zdolnościami porozumiewania się innych zwierząt, trzeba jednak przede wszystkim odpowiedzieć na zupełnie podstawowe pytanie „o wartości” 11,2 bitów informacji: czy kinetyczny element tańca jest w rzeczywistości rozumiany przez pszczoły, czy też ma on tylko znaczenie alarmowe (1 bit informacji: jest alarm lub go nie ma); reszta zaś (8,5 bita) opierałaby się na próbkach wziętku i zapachu jego źródła. Zadanie to podjęli w 1967 r. badacze amerykańscy — i im oddamy głos w drugiej części naszego artykułu.

LITERATURA

- [1] Beutler R. — *Über den Blutzucker der Bienen*. Z. vergl. Physiol., 24, 71—115, 1936.
- [2] Boch R. — *Rassenmäßige Unterschiede bei den Tänzen der Honigbiene (Apis mellifica L.)*. Z. vergl. Physiol., 40, 289—320, 1957.
- [3] Demoll R. — *Der Flug der Insekten und der Vögel*. G. Fischer, Jena 1918.
- [4] Drioton E. — *Egipt faraonów*. Bibl. „Problemów” t. 153. PWN, Warszawa 1970.
- [5] Erman A. — *Ägyptische Grammatik mit Schrifttafel, Litteratur, Lesestücken und Wörterverzeichnis*. Reuther & Reichard, Berlin 1894.
- [6] Esch H. — *Über die Schallerzeugung beim Werbetanz der Honigbiene*. Z. vergl. Physiol., 45, 1—11, 1961.
- [7] Esch H. — *Ein neuer Bewegungstyp im Schwänzeltanz der Bienen*. Naturwissenschaften, 48, 140—141, 1961.
- [8] Esch H. — *Über die Auswirkung der Futterplatzqualität auf die Schallerzeugung im Werbetanz der Honigbiene (Apis mellifica)*. Zool. Anz. Suppl. 26, 302—309, 1963.
- [9] Friedrich J. — *Zapomniane pisma i języki*. Bibl. „Problemów” t. 17. PWN, Warszawa 1958.
- [10] Frisch K. [von]. — *Życie pszczół*. Bibl. Wiedzy t. 16. Trzaska, Evert i Michalski 1935.
- [11] Frisch K. von. — *Tanzsprache und Orientierung der Bienen*. Springer, Berlin 1965.
- [12] Frisch K. von und Jander, R. — *Über den Schwänzeltanz der Bienen*. Z. vergl. Physiol., 40, 239—263, 1957.
- [13] Gould J. L. — *Honey bee recruitment: the dance-language controversy*. Science, 189, 4204, 685—693, 1975.
- [14] Haldane J. B. S. and Spurway H. — *A statistical analysis of communication in Apis mellifera and a comparison with communication in other animals*. Insectes soc., 1, 247—283, 1954.

³ Przy jednakowo prawdopodobnych n zdarzeniach $I = \log_2 n$ (z definicji jednostki ilości informacji, bita). Stąd $n = 2^I$. Otóż $2^{20} \approx 4 \cdot 10^6$.

- [15] Hansson A. — *Lauterzeugung und Lautauffassungsvermögen der Bienen*. Opusc. ent., Supl. 6, 1—122, 1945.
- [16] Heran H. — *Wahrnehmung und Regelung der Flugeigengeschwindigkeit bei Apis mellifica L.* Z. vergl. Physiol., 42, 103—163, 1959.
- [17] Jongbloed J. & Wiersma C. A. G. — *Der Stoffwechsel der Honigbiene während des Fliegens*. Z. vergl. Physiol., 21, 519—533, 1934.
- [18] Koehler O. — *Sprache und unbenanntes Denken*. W: „L'instinct dans le comportement des animaux et de l'homme” (dir. par) M. Autuori et autr. Masson et Cie, Paris, 647—675, 1956.
- [19] Lem S. — *Summa technologiae*. 2 wyd. Wydawn. Literackie, Kraków 1967.
- [20] Lewczenko I. A. — *Informacija o napravljenii i rasstojanii k miestu pischczewogo podkrieplenija w tancach miedonosnych pczol*. XIX międunar. Kongr. Pszczelowod. Praga, 143—152, 1963.
- [21] Lindauer M. — *Communication among social bees*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 1971.
- [22] Little H. F. — *Reactions of the honey bee Apis mellifera L. to artificial sounds and vibrations of known frequencies*. Ann. ent. Soc. Am., 55, 82—89, 1962.
- [23] Łopatina N. G. — *Signalnaja diejatielnost' w siemje miedonosnoj pczety*. „Nauka”, Leningrad 1971.
- [24] Maeterlinck M. — *Życie pszczół*. R. Wegner, Warszawa 1949.
- [25] Michałowski K. — *Nie tylko piramidy*. Sztuka dawnego Egiptu. Wiedza Powsz., Warszawa 1966.
- [26] Micherdziński W. — *Nie tylko taniec — także głosy pszczół*. Wszechświat, 214—216, 1964.
- [27] Park O. W. — *Time and labor factors involved in gathering pollen and nectar*. Am. Bee J., 62, 71, 1922.
- [28] Ribbands R. — *The behaviour and social life of honeybees*. Bee Research Assoc., London 1953.
- [29] Sebeok T. A. — *Komunikacja w świecie zwierząt*. Studia fil., 2, 164—177, 1966.
- [30] Steche W. — *Beiträge zur Analyse der Bienentänze*. Insectes soc., 4, 305—318, 1957.
- [31] Tembrock G. — *Biokommunikation. Informationsübertragung im biologischen Bereich* (Teil I u. II). Akademie-Verl., Berlin 1971.
- [32] Tinbergen N. — *Badania nad instynktem*. PWN, Warszawa 1976.
- [33] Tschumi P. — *Über den Werbetanz der Bienen bei nahen Trachtquellen und seine richtungsweisende Bedeutung*. Rev. suisse Zool., 57, 584—590, 1950.
- [34] Wartak J. — *Metody cybernetyczne w biologii i medycynie*. PWN, Warszawa 1966.
- [35] Wojtusiak R. J. — *Wyniki najnowszych badań nad „mową” pszczół*. Wszechświat, 69—72, 1947.
- [36] Wojtusiak R. J. — *Widzenie światła spolaryzowanego a „mowa” i orientacja przestrzenna pszczół*. Wszechświat, 193—203, 1951.
- [37] Wojtusiak R. J. — *Mowa pszczół*. „Nauka dla wszystkich” nr 174. PAN, Kraków 1972.
- [38] Woyke J. — *Nowe dane o porozumiewaniu się pszczół*. Pszczelarstwo, 5 nr 8, 1—4, 1954.

MAPA BAKTERIOFAGA LAMBDA*

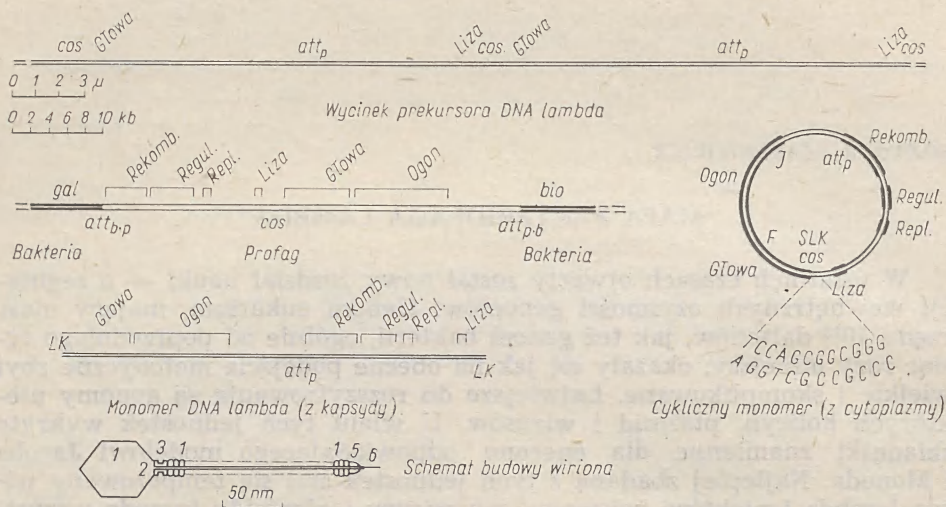
W ostatnich czasach otwarty został nowy rozdział nauki — o regulacji wewnętrznych czynności genomów. Genom eukariota, mający masę rzędu 10^{13} daltonów, jak też genom bakterii, ogólnie od poprzedniego tyśiąc razy mniejszy, okazały się jak na obecne podejścia metodyczne zbyt wielkie i skomplikowane. Łatwiejsze do rozszyfrowania są genomy niektórych kolicyn, plazmid i wirusów. U wielu tych jednostek wykryto składniki znamienne dla operonu odpowiadającego modelowi Jacoba i Monoda. Najlepiej zbadaną z tych jednostek stał się temperowany wirus lambda i niektóre pokrewne mu wirusy i plazmidy (przede wszystkim F i R). Głównym nosicielem tych jednostek jest również dobrze poznana bakteria, pałeczka okrężnicy, *E. coli*. Wirion lambda i niektóre pokrewne mu jednostki są obecnie powszechnie używane do doświadczeń z zakresu inżynierii genetycznej. Rezultaty tych doświadczeń rzutują na liczne dziedziny biologii. Nie tylko odsłaniają one perspektywy wewnętrznych i międzyjednostkowych regulacyjnych wpływów, ale zdają się wskazywać drogi ewolucyjnego kształtowania się genomów przez oddziaływania środowiska. Z tego powodu treściwe ujęcie cech faga lambda wydaje się pożyteczne. Podamy poniżej mapę genetyczno-czynnościową tego faga, zaopatrując ją objaśniającym komentarzem.

DNA faga lambda ma ciężar rzędu 30 mln daltonów, co odpowiada cięgowi ok. 46 500 par mononukleotydów podwójnej spirali DNA. Długość rozciągniętego łańcucha mierzyłaby ok. 17 mikronów. Licząc po 1000 par zasad (bp = base pair) na cistron, genom miałby miejsce na kod ok. 50 molekuł białka. Większość (ponad 30) tych białek wyosobniono, ale tylko kilka poznano nieco bliżej.

W kapsydzie genom faga ma postać linearną i jest obustronnie zaopatrzony w lepkie końce [25]. Średnica kapsydy (rys. 1) jest rzędu 50 nanometrów, więc molekula o długości 17 000 nm musi być w niej silnie pofałdowana lub zwinięta. Lepkie końce znajdują prawdopodobnie w kapsydzie specjalne miejsca zakotwiczenia. W chwili zakażenia, DNA przedostaje się z kapsydy do cytoplazmy wzdłuż drogi wyznaczonej przez struktury ogonka faga. Część genomu pozostaje od początku związana z jakimiś elementami membrany bakterii. Przenikanie do cytoplazmy zachodzi w formie linearnej, ale w chwili wejścia genom zostaje zamknięty w pierścień przez ligazę bakteryjną. Ogonek faga ma w swej osi kanał, przez który jego DNA ma się przedostawać. Mechanizm taki nie został jednak potwierdzony i wysuwane są inne możliwości.

Po wejściu do cytoplazmy, DNA genomu faga może przybrać postać lityczną albo lizogeniczną [9]. W przypadku postaci litycznej (inaczej autonomicznej, produkcyjnej) fag mnoży się w cytoplazmie nosiciela i na jego koszt. Po dojrzaniu potomnych wirionów, bakteria ulega upłynnieniu działaniem enzymów litycznych produkowanych w cytoplazmie we-

* Terminy i symbole p. słowniczek tab. 1



Rys. 1. Schemat genomu lambdy w różnych okresach bytowania

z wyjątkiem wiriona, wszystkie rysunki są w tej samej skali. Kolejność regionów czynnościowych jest jednakowa w monomerach cyklicznych, liniarnych kapsydy i w prekursorze, natomiast inna u profaga. Odcinki bakteryjnego DNA flankujące profaga, jak też czynnościowe regiony w monomerze cyklicznym są wyodrębnione grubszyimi liniami, jakkolwiek ich fizyczna postać niczym nie różni się od segmentów sąsiednich. Długość lepkich końców monomeru (LK) z kapsydy jest silnie przesadzona. SLK (*cos*) — segment lepkich końców. Sekwencja zasad SLK jest podana dla monomeru cyklicznego. To samo znajduje się w *cos* prekursora. Profag jest oflankowany przez zespołowe *att* (*att_{b,p}*, wzgl. *att_{p,b}*), pochodzące częściowo od faga, częściowo od genomu bakterii *gal* i *bio* — operony błotyny i galaktozy genomu bakterii sąsiadujące z miejscem insercji profaga i najczęściej porywane w przypadkach transdukcji [5]. Wirion w powiększeniu znacznie większym niż wyższe schematy. 1 — zarys kapsydy, 2 — oprawka szyjki (knob), 3 — szyjka czyli konektor, 4 — dyski wchodzące w skład ogonka, składające się z podjednostek białkowych, 5 — zakończenie ogonka, 6 — włókno ogonka, prawdopodobnie część reagująca immunologicznie z powierzchnią bakterii. Struktura wiriona przedstawiona według Kellenbergera i Edgara. Znaczenie symboli znaleźć można w słowniczku

dług cistronowych wzorców faga. Całość cyklu litycznego w temperaturze 37° trwa ok. 45 min.

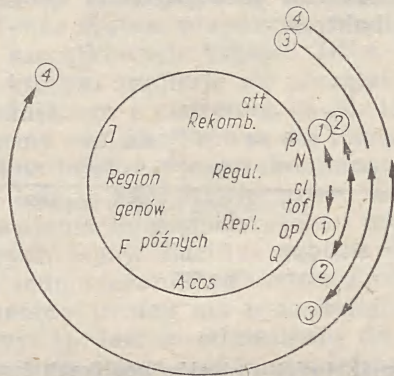
Alternatywa lizogeniczna (inaczej zintegrowana) polega na lokalnym zlepianiu się genomu faga z genomem bakterii [17]. Dalej, drogą rekombinacji nici DNA, powstaje chromosom wspólny. Zintegrowany fag, nazywany wówczas profagiem, ulega replikacyjnemu podwajaniu wraz z chromosomem nosiciela, na równi z wszystkimi elementami ostatniego i odpowiednio do podziałów komórki. Bakteria mająca zintegrowany fag nazywa się lizogeniczną, ponieważ w pewnych okolicznościach, spontanicznie lub pod indukcyjnym wpływem (np. UV) w eksperymencie, profag oddziela się czyli ulega desintegracji. Genom faga zachowuje się wówczas jak forma lityczna, mnożąc się i uśmiercając swego nosiciela.

Proces integracyjnej insercji, możliwy jedynie dla kolistego monomeru faga [6], ma składać się z dwu kolejnych faz [6, 17]. Odbycie się pierwszej zależy od dostatecznego stężenia represora, co powoduje zatrzymanie transkrypcji „genów autonomiczności” faga. Tak przygotowany genom może zostać włączony do chromosomu bakterii. Obok odpowiedniej aktywności enzymatycznej, warunkiem jest ekspresja genu 2b. W przypadku zmutowania jego okolicy, DNA mimo zrepresowania nie ulega insercji. Genom faga pozostaje wówczas w cytoplazmie i podczas

podziału przekazany, ale tylko jednej z komórek potomnych, po czym ginie [6].

Bakteria lizogeniczna produkuje naturalnie własne białko według swych cistronów. Natomiast cistrony profaga nie ulegają ekspresji. Wyjątkiem są geny *cI* oraz *rex* [9]. Produkty ekspresji tych elementów, głównie jednak *pcI*, utrzymują cistrony profaga w stanie przytłumienia. Gen *rex* znajduje się w regionie regulacyjnym faga, nie jest jednak uwidoczniiony w rys. 4.

Ten czy inny los DNA lambdy w cytoplazmie jest bez wątpienia nieprzypadkowy, chociaż czynniki kierujące go na daną drogę są mało znane. W cytoplazmie znajduje się polimeraza RNA (EC 2. 7.7.6), zabezpieczająca transkrypcję DNA faga lambda, a więc w następstwie umożliwiająca syntezę białek, które zabezpieczają bieg procesów fazy reprodukcyjnej faga. W tejże cytoplazmie znajdują się czynniki blokujące transkrypcję faga, mianowicie ograniczające ją do wstępnych stadiów. Czynnikiem takim wykrytym przez J. W. Robertsa [19] jest ρ . Także w procesie transkrypcji cistronów faga dochodzi z miejsca do ekspresji czynników wpływających na jego własny rozwój, i to zarówno pobudzających, jak hamujących (np. represora). Los faga musi zależeć od współwplywów i przeciwdziałania szeregu czynników z obu stron.



Rys. 2. Schemat przedstawiający okresy produkcji czynników regulacyjnych faga podczas rozwoju litycznego

Liczby 1—4 odpowiadają okresom rozwoju opisanym pod punktami 1—4 w tekście. Porównaj z rys. 5.

Z punktu widzenia produkcji białek i elementów budowy faga różnić można następujące stadia jego rozwoju, zachodzące na siebie wzajemnie czasowo i funkcjonalnie (rys. 2 i 5):

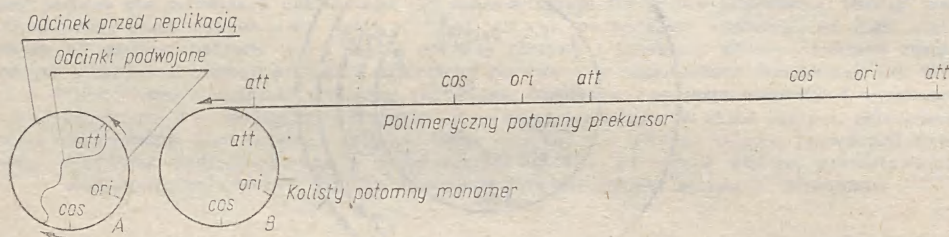
1. Faza transkrypcyjnego otwarcia DNA faga. Enzymy cytoplazmy bakterii rozpoczynają odczytywanie kodu genetycznego pasożyta. Zachodzi to w regionie operonów segmentu regulacyjnego. Na skutek tego wyprodukowane zostają odcinki mRNA, które natychmiast ulegają translacji na polipeptydy na rybosomach gospodarza. Dotyczy to genów *N* i *tof* genomu faga.

2. Faza wczesna natychmiastowa (immediate early), w której ekspresji ulega część genów wczesnych, mianowicie *N*, *cI* oraz genów segmentu *tof*, ciągnącego się od *O_R* do obszaru replikacyjnego *O* i *P*. Ten ostatni

segment odpowiada prawdopodobnie segmentowi b Roberta, ciągnąc się do terminatora t_{R2} [20]. W tym procesie szczególnie intensywnie zachodzi wciąż jeszcze ekspresja samego tof. Produkty białkowe tej fazy (pN, pCl, ptof, pClI, pO, pP i inne) umożliwiają rozpoczęcie wczesnej fazy replikacji DNA faga, której początek przypada na 5 min. po infekcji. Czynniki pN i represor (pCl) z jednej strony oraz czynnik bakteryjny rho i pN z drugiej mają pozostawać w przeciwzrównoważeniu, wypierając się wzajemnie z ich lokus działania, względnie wobec ich akceptorów w nici DNA.

3. Faza wczesna dalsza (delayed early), w której ekspresji ulegają wszystkie geny wczesne. Dotyczy to przede wszystkim poprzednio wymienionych genów odcinka b Roberta, a także obu pozostałych odcinków a i c, kończących się terminatorami t_L i t_Q . Z jednej strony transkrypcja biegnie w lewo od genu N, aż do genów rekombinacyjnych (rys. 1 i 2). Z drugiej od tof w prawo, aż do terminatora Q. Produkty powstające w tej fazie, głównie pN i pQ, umożliwiają rozpoczęcie i bieg transkrypcji i translacji genów późnych (late).

4. Faza ekspresji genów późnych, w której zaangażowana jest znaczna część nici genomu. W tej fazie produkowane są białka strukturalne i enzymatyczne umożliwiające formowanie się kapsyd [8, 11, 24], ogonków, zabezpieczające wycinanie monomerów linearnych DNA z prekursorów, umieszczanie tych monomerów w kapsydach, końcowe dojrzewanie wirionów i wreszcie lizę bakterii.



Rys. 3. Schemat dwóch rodzajów replikacji faga lambda

A — według cyklu Cairnsa, rozdzwajanie się pierścienia w obie strony nici genomu, począwszy od ori. B — typ replikacji według schematu „toczącego się koła” — odwijanie się polimerycznej nici potomnej od monomeru utrzymującego stałą postać cykliczną

Z punktu widzenia replikacji DNA faga, istnieją dwa główne stadia [1, 10, 21] silnie zachodzące na siebie (rys. 3):

1. Faza replikacji wczesna, rozpoczynająca się ok. 5 min. po infekcji. Na kolistym genomie faga replikują się kolisty genomy potomne w procesie nazywanym cyklem Cairnsa [10]. Replikacja [1] rozpoczyna się tu od lokus ori (37,2 kb, rys. 1 i 4) czyli replikatora W. Szybalskiego. Od tego punktu proces zmierza w obie strony nici DNA. Posuwanie się jego zachodzi w obu kierunkach z jednakową prędkością [23], jednak rozpoczyna się nieco wcześniej w kierunku R tak, że oba ramiona rozdwojone nie mają symetrycznej długości względem ori. W rezultacie tego procesu, w okresie, gdy część nici genomu już uległa rozdwojeniu, pozostała zaś jeszcze nie, tworzą się przejściowe postacie widoczne w elektronoskopie jako figury podobne do wielkiego phi (rys. 3). Proces toczy się dwukierunkowo do miejsca położonego ok. 14 kb od cos. Całość procesu trwa ok.

2 min. Pod koniec wczesnej fazy, trwającej ok. 10 min. i kończącej się ok. 15 min. po zakażeniu, w cytoplazmie gromadzi się ok. 20 kopii cyklicznego genomu faga. Kopie te nie nadają się do upakowania w kapsydach [11]. Nie są też one zakaźne [26]. Są elementami wzorcowymi, na których zachodzą trzy procesy. Na nich odbywa się transkrypcyjna produkcja mRNA działaniem polimerazy bakteryjnej. Przez pewien czas produkowane są na nich potomne kolistę dalsze genomy. Wreszcie na nich syntetyzowane są linearne polimery prekursorów DNA (p. faza 2).

2. Późniejsza faza replikacji, rozpoczynająca się ok. 10 min. po zakażeniu, a więc podczas trwania fazy 1. W tej fazie pojawiają się linearne DNA różnej długości [21]. Według zgodnych zapatrywań różnych autorów, formy te powstają na genomach kolistych w procesie określanym mianem toczącego się koła (rolling circle, rys. 3). Replikacja rozpoczyna się tu w jakimś punkcie (cos ?) i biegnie tylko w jedną stronę nici kodowej, obchodząc pierścień genomu. Gdy to rozdawanie dobiegnie do punktu wyjścia, nie kończy się ono, lecz zachodzi dalej tak, że (rys. 3) stopniowo odwija się linearny ciąg polimeru, złożony z szeregu monomerów ułożonych w tandem. Tę formę ma właśnie prekursor DNA faga. Nie znane są jeszcze czynniki powodujące zakończenie replikacji i oderwanie się linearnej formy od genomu cyklicznego. Nie wyjaśniono też dostatecznie czy końce prekursora mają charakter lepkich końców cos. Z linearnych polimerów system enzymatyczny nazwany aktywnością Ter [11] wycina monomery. Tenże system przyczynia się do pakowania monomerów do petitów, tj. zaczątkowych kapsyd. DNA faga wchodzi do nich z reguły końcem, w którym znajduje się początek regionu głowy, tj. od lepkiego końca sąsiadującego z cistronem A [8, 11].

Powyższe dwie formy replikacji nie są dla różnych wirusów powszechne. U niektórych, lokus integracyjnej rekombinacji (att) i replikacji kolistego genomu (cos) leżą w sąsiedztwie, a być może stanowią jedno locus wspólne dla podwajania się gospodarczego i progeniturowego. Stwierdzono to dla niektórych fagów *Bacillus subtilis* [7]. W takich przypadkach replikacja jest jednokierunkowa.

Zintegrowany linearny profag ma inną kolejność cistronów niż monomer z kapsydy (rys. 1). Jest w odniesieniu do tego ostatniego formą zrekombinowaną. Przyczyną tego jest inne miejsce rozszczepiania w procesie ekscyzji monomerów z prekursora i w procesie integracyjnej insercji.

W rys. 1 i dalszych mapa DNA faga jest przedstawiona zwyczajowo jako podwójna linia, wyobrażająca obie komponenty spirali DNA. Jak wiadomo, podwójna spirala tworzy rodzaj „tunelu”, którego rdzeń jest zajęty przez piętrowo ponad sobą rozmieszczone pary zasad AT i GC, pozespalane wiązaniami wodorowymi. Obie składowe nici, „lewa” i „prawa”, łatwo ulegają oddzieleniu w procesie denaturacji, zachodzącej pod działaniem alkaliu albo w temperaturze 100°. Zdenaturowane nici dają się separować w ultrawirówce przy różnych gradientach CsCl. Z genomu lambdy uzyskuje się w ten sposób nić l i nić r (rys. 4). Różnią się one od siebie budową i przeznaczeniem ustrojowym. Transkrypcji fizjologicznej ulegają segmenty tylko jednej z nich.

Analiza DNA tych nici polega na ich enzymatycznej fragmentacji działaniem różnych endonukleaz. Elektronoskopowo bada się całość genomu i jego fragmenty. Oddzielone nici, prawa i lewa, są poddawane hybrydyzacji z różnymi ciągami polinukleotydów, co pozwala identyfikować niektóre odcinki. Do często stosowanych należy metoda hetero-

dupleksów, polegająca na odcinkowej renaturacji dwóch pojedynczych nici DNA, mających komplementarne fragmenty. Elektronoskopowo łatwo odróżnić dupleks od nici pojedynczej.

Oddzielanie niektórych segmentów bywa ułatwiane przez różnice składu zasad, mianowicie różną liczbę par zasad AT i GC, względnie różny stosunek AT/GC. Segmenty takie różnią się ciężarem właściwym, co bywa wykorzystywane w technice wirówkowej. Okoliczność ta ułatwia m. in. oddzielenie regionu genów późnych od reszty DNA faga.

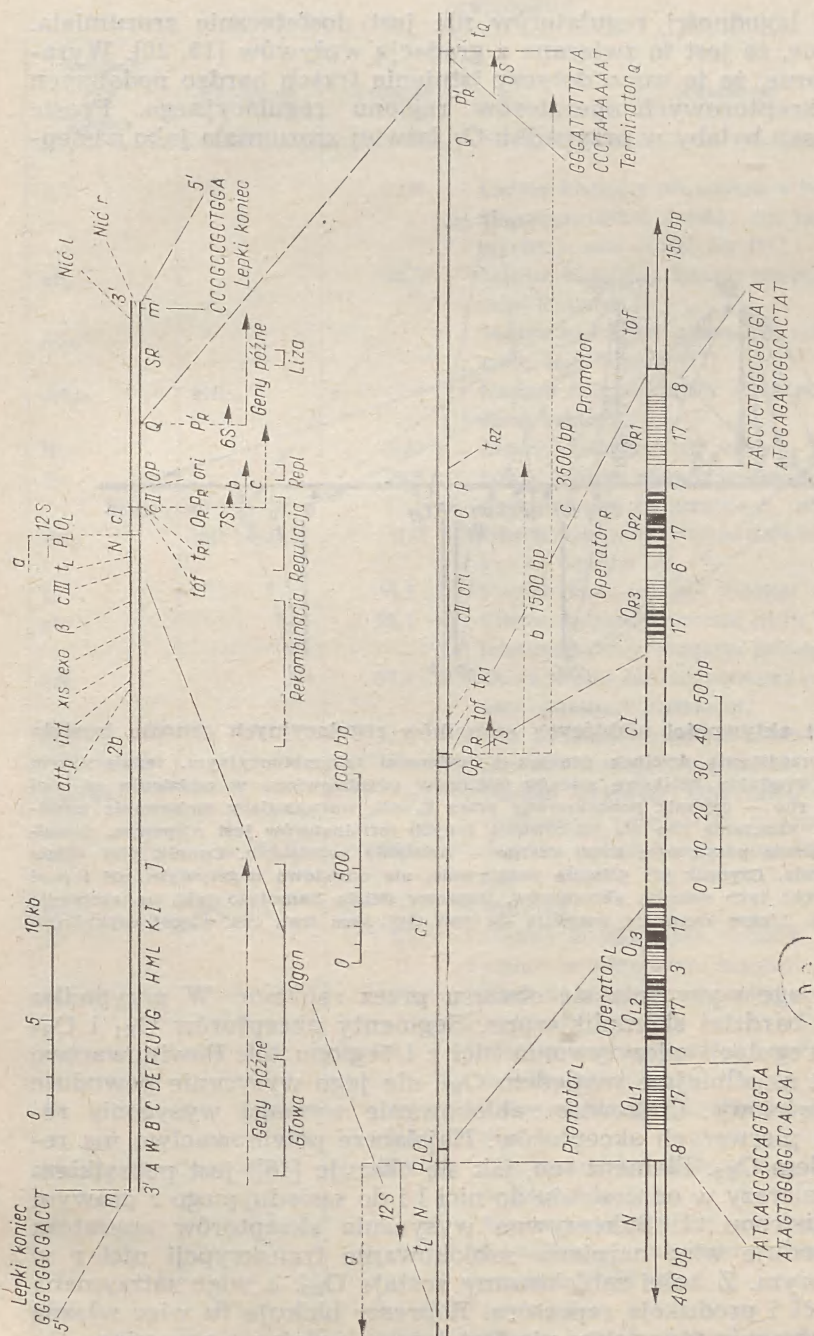
Zwraca uwagę szczególna obfitość niektórych par zasad w poszczególnych odcinkach genomu lambdy. Widać (rys. 1), że SLK zawiera tylko 2 pary AT, zaś 10 GC. Segmenty receptorowe operonów regulacyjnych O_L i O_R , liczące po 17 par zasad, cechuje stosunek liczbowy obu rodzajów par zasad bliski 1/1. Natomiast krótkie odcinki oddzielające te segmenty od siebie, liczące 3 do 8 par zasad, zawierają prawie wyłącznie pary AT. Dalej, końcowy odcinek segmentu 6S, będący kopią terminatora Q (22), ma — po odtworzeniu według sekwencji jego mRNA — układ ATTTTTTA

TAAAAAAT. Podobne sekwencje wykryto w terminacyjnym segmencie 5S u *Bacillus subtilis* [7], jak też w operonie tryptofanu *E. coli*. Z takich spostrzeżeń wysnuto podejrzenie, że układ sześciu A, ewentualnie z dodatkowym oflankowaniem, jest rodzajem powszechnego sygnału stop dla czynności polimerazy RNA.

W schematach mapowych nie 1 jest zwykle umieszczana ponad nicią r, przy czym koniec 5' nici 1 znajduje się po lewej stronie i pozostałe końcówki odpowiednio (rys. 4). Do niedawna lokalizację poszczególnych lokus wyznaczano w procentach długości całego wirionowego DNA. Ostatnio zarzuca się ten sposób na korzyść oznaczania odległości w kilobazach (kb, tysiącach par zasad). Znaczenie symboli zamieszczonych w mapach znaleźć można w słowniczku. Kierunki transkrypcji nici są oznaczone strzałkami. W wyznaczaniu elementów genomu oparto się na licznych danych z piśmiennictwa [14, 16, 18, 19, 20, 22]. Odcinki 12S i 7S przytoczone są za J. W. Robertsem. Odcinek 6S według J. Sklar i wsp. Według tych ostatnich przytoczono także sekwencję terminatora Q. Odcinki a, b, c, uzyskał J. W. Roberts. W układzie schematu 17-ogniowych odcinków operonów z rys. 4 oparto się na publikacjach T. Maniatisa i M. Ptashnego.

Ugrupowania czynnościowe genów wykryto u plazmid F i R oraz u licznych wirusów. Interesującym przypadkiem są niektóre fagi *B. subtilis* [7]. M. in. fag SP62G ma region genów głowy, region genów ogona z cistronami dla antygenów czepnych oraz region genów wczesnych. Fag ten, należący do temperowanych, ma w kapsydzie DNA linearne z lepikami końcami. Jeden z końców genomu zajęty jest przez region genów wczesnych. Ten koniec wchodzi pierwszy do bakterii. Odczytywanie jego genów rozpoczyna się natychmiast.

Charakter wielu regulatorów faga lambda jest łagodny. I tak, w braku pN warunkującego transkrypcję genów wczesnych, jednak dochodzi do częściowej ekspresji nici kodowych. Nawet w braku zarówno pN, jak pQ wirion lityczny produkuje fagi potomne. Liczba ich jest skąpa, ale nie równa zeru. Podobnie u mutantów mających nieczynny gen att, insercja bywa rzadka, nie jest jednak zniesiona całkowicie. Terminatory zatrzymują proces transkrypcji, ale również nie bezwzględnie. Blokowanie transkrypcji przez t_L i t_{R1} zachodzi jedynie w obecności rho, które zespala się z DNA terminatora. Dwa dalsze, mianowicie t_{R2} i t_Q , blokują niezależnie

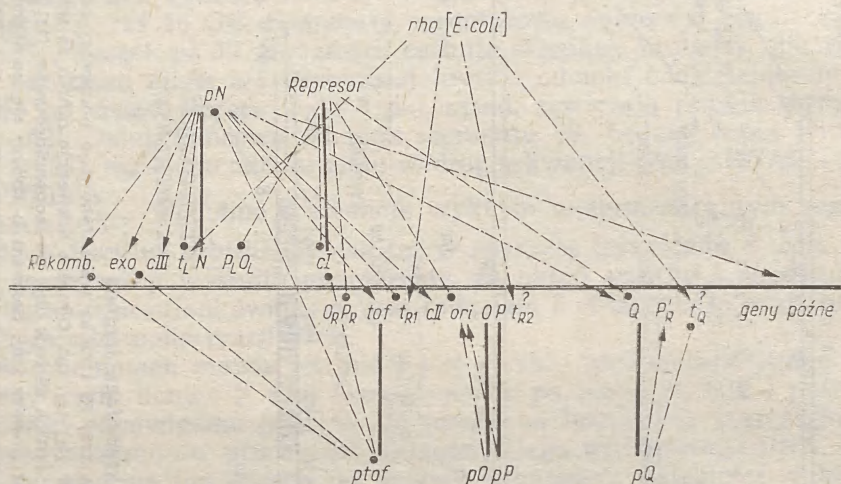


Rys. 4. Mapa bakteriofaga lambda

Znaczenie symboli jest zamieszczone w słowniczku. Segmenty RNA 12S, 7S i 6S są transkrybowane począwszy od właściwych promotorów (L_P, P_R) i kończą się kopiami sygnałów stop terminatorów (L_T, T_R, T_Q). Odnośne sekwencje mRNA są wzorami dla produkcji białek. FLR odpowiada mRNA dla pN, 7S – dla ptof [20]. Segment mRNA 6S daje ciąg 200 mononukleotydów [13] zakończony terminatorem. Długość kodującej części mRNA wynosi 198 nukleotydów. Segment b kończy się na terminatorze tpr. Regiony ną sekwencją GGGAUUUUUA [22]. Segmenty a, b, c, otrzymać Roberts [20]. Segment b 17- członowe segmenty OL i OR są prawie identyczny operatora OL i OR mieszczą segmenty akceptorowe dla białka represora (pcD). 17- członowe segmenty OL i OR są prawie identyczne. Dalsze 17- członowe segmenty różnią siłąrdziej. W schemacie czarnymi znaczniki parę zasadlini niz u OL i wzgl. ORI.

od rho. Istnieje przypuszczenie, że rho jest z nimi na stałe silnie związane i nie daje się wyprzeć przez składniki antagonistyczne w rodzaju pN [20].

Przyczyna łagodności regulatorów nie jest dostatecznie zrozumiała. Przypuszcza się, że jest to związane z gradacją wpływów [15, 20]. Wyrażono przekonanie, że to samo dotyczy istnienia trzech bardzo podobnych segmentów akceptorowych operatorów regionu regulacyjnego. Prosta gradacja represji byłaby w przypadku O_L łatwiej zrozumiała jako następ-



Rys. 5. Schemat aktywności niektórych czynników regulacyjnych genomu lambda. Podwójna linia przedstawia wycinek genomu z regionami rekombinacyjnym, regulacyjnym i replikacyjnym. Produkty białkowe szeregu cistronów przedstawiono w oddaleniu od nici kodowej. Symbol rho — czynnik produkowany przez *E. coli*, warunkujący blokowanie terminatorów t_L i t_{R1} . Znaczenie rho dla blokowania innych terminatorów jest niepewne. Strzałki oznaczają działanie pozytywne, kulki czarne — działanie negatywne. Czynnik ptof działa wszędzie negatywnie. Czynnik pN głównie pozytywnie, ale częściowo negatywnie. pN i ptof wypierają się wobec tych samych akceptorów. Represor działa hamująco także na ekspresję własnego cistronu. Liczne elementy znajdują się pod wpływem dwu lub więcej czynników.

stwo stopniowego wysycania się obszaru przez represor. W przypadku O_R rzecz jest bardziej skomplikowana. Segmenty akceptorów O_{R1} i O_{R2} są czynne w regulacji odczytywania nici r i regionu tof. Powinowactwo represora jest najsilniejsze względem O_{R1} , ale jego wysycenie powoduje blok tylko częściowy. Całkowite zablokowanie wymaga wysycenia represorem obu pierwszych akceptorów. Najsłabsze powinowactwo ma represor względem O_{R3} . Element ten, jak się okazuje [16], jest początkiem działania polimerazy w odniesieniu do nici l i do sąsiadującego z prawym operatorem cistronu cI . Sukcesywne wysycanie akceptorów operatora prawego powoduje więc najpierw zablokowanie transkrypcji nici r w kierunku prawym. Z kolei zablokowany zostaje O_{R3} , a więc zatrzymana transkrypcja cI i produkcja represora. Represor blokuje tu więc własną produkcję. Znaczenie tego faktu nie jest jeszcze należycie rozumiane.

Zwraca uwagę okoliczność, że ten sam operator (O_R) jest punktem wyjścia odczytywania nici r w kierunku prawym oraz nici l w kierunku lewym.

Tabela 1

Wykaz symboli oznaczających elementy faga lambda i niektóre terminy. Pozycje elementów podane w kilobazach

Symbol lub termin	Synonimy	Pozycja	Znaczenie
A		1,39	Cyston kodujący pA, czynne w procesie absorpcji monomeru DNA lambda do kapsydy, składnik czynny w aktywności Ter [11].
att _p		26,7	Miejsce nici DNA lambda szepiające się z genomem <i>E. coli</i> [17].
att _b			Miejsce nici DNA genomu <i>E. coli</i> szepiające się z att _p faga lambda [17].
att _{p,b}	att _{b,p}		Element rozgraniczający DNA profaga i chromosomu bakterii.
B		3,4	Cyston kodujący pB, element składowy petita
2b		23,8	Lokus, którego mutacja uniemożliwia insercję faga represowanego do genomu <i>E. coli</i> .
beta	red beta	31,2	Gen kodujący czynnik biorący udział w aktywności exo na segment att.
C		4,5	Cyston kodujący pC, element składowy petita
cI		36,1	Cyston kodujący represor (pCI), będący głównym inhibitorem utrzymującym profaga.
cII		37,1	Gen kodujący czynnik pomocny w działaniu represora, ustalający immunitet.
cIII		32,8	Gen kodujący czynnik pomocny w działaniu represora i ustalający immunitet.
Cyston			Odcinek kodowego DNA albo mRNA, będący trypletowym wzorcem dla monomeru ciążkowego.
cos	m.m', SLK	0/46,5	Segment lepkich końców rozcinany aktywnością Ter.
cro	tof, fed		patrz tof
D		5,8	Cyston kodujący pD, składnik dojrzałej głowy, czynny w dojrzewaniu kapsydy.
E		6	Cyston kodujący pE, główne białko petitów i głowy.
exo	red alfa	29,6	Cyston kodujący endonukleazę lambda czynną w rekombinacji.
E		6	Cyston kodujący pE, główne białko petitów i głowy
exo	red alfa	29,6	Cyston kodujący endonukleazę lambda czynną w rekombinacji.
F		7	Cyston kodujący pF, czynne w dojrzewaniu głowy, umożliwiające przyłączenie ogona, działające wspólnie z pW [3].
fed	tof, cro		patrz tof
G		9,5	Cyston kodujący pG, czynne w formowaniu ogona
gen			Jednostka sekwencji DNA będąca kodem dla mRNA (białkowego), rRNA (rybosomowego), lub tRNA (transportowego).

dalszy ciąg tab. 1

Symbol lub termin	Synonimy	Pozycja	Znaczenie
genom			Polinukleotydowy makromolekularny zespół haploidalny mieszczący całość informacji genetycznej danej jednostki żywionej.
groE			Czynnik <i>E. coli</i> , biorący udział w składaniu peptidów.
H		11,4	Cistron kodujący pH, czynne w formowaniu ogona.
Heterodupleks			Odcinkowe komplementarne zespolenie dwóch nie homologicznych nici polinukleotydowych
Homologia			Podobieństwo strukturalne lub funkcjonalne wskazujące na wspólnotę pochodzenia
I		14,9	Cistron kodujący pI, czynne w formowaniu ogona
Immunitet			Odporność na re- lub superinfekcję
int		27	Cistron kodujący pint, enzym czynny w insercji i ekscyzji profaga.
Insercja			Wszczepienie elementu genetycznego do genomu stwarzające nową chromosomową całość. Również stan insercji.
Integracja			Insercja DNA faga do genomu komórki
J		17,2	Cistron kodujący pJ, czynne w formowaniu ogona i będące antygenem reagującym z antyciałem bakterii <i>E. coli</i>
K		13,9	Cistron kodujący pK, czynne w formowaniu ogona
Końce kohezyjne			patrz Lepkie końce
L		13,0	Cistron kodujący pL, czynne w formowaniu ogona.
Lepki koniec	LK		Końcowy odcinek segmentu podwójnej spirali DNA, mający postać pojedynczej nici DNA o specyficznej sekwencji, umożliwiający zespolenie z podobnym końcem odpowiednio komplementarnym.
M		12,3	Cistron kodujący pM, czynne w formowaniu ogona.
m.m' mRNA	cos		patrz cos
N		34	Ciąg polinukleotydu rybozowego, będący komplementarną kopią kodowego DNA, zawierający cistrony RNA dla polipeptydów.
O		37,7	Cistron kodujący pN, umożliwiający i pobudzający transkrypcję genów wczesnych, a częściowo prawdopodobnie i późnych.
O _L		34,7	Cistron kodujący pO, czynne w replikacji DNA lambdy.
O _R		36,3	Lewy operator regionu regulacyjnego.
ori		37,2	Prawy operator regionu regulacyjnego.
Operator			Lokus rozpoczęcia replikacji, replikator W. Szzybalskiego, miejsce ataku pO i pP
Operon			Lokus operonu, w którym regulator wywiera działanie.
			Zespół genów podlegający wspólnym wpływom regulacyjnym.

dalszy ciąg tab. 1

Symbol lub termin	Synonimy	Pozycja	Znaczenie
P	P'_R	38,2	Cistron kodujący pP, czynne w replikacji lambdy.
P'			patrz P'_R
P_L		34,7	Lewy promotor regionu regulacyjnego.
P_R		36,3	Prawy promotor regionu regulacyjnego.
P'_R		42,6	Odległy prawy promotor, od którego zależy transkrypcja genów późnych.
p			Jeśli symbol p poprzedza symbol genu, oznacza on białkowy produkt danego genu.
Petit			Preformat kapsydy lambdy, zawierający pE, pB, pC [11].
Plazmida			Jednostka kodowego DNA zdolna do autonomicznej replikacji w cytoplazmie.
Promotor			Lokus DNA kodowego rozpoznawany przez, i będący punktem wyjścia działania polimerazy RNA.
Q		46,2	Cistron kodujący pQ, ułatwiające przebycie terminatora 6S, antyterminator 6S [20, 22]
R		44,2	Cistron kodujący pR, enzym endolizynę aktywny w upłynnianiu bakterii.
red alfa	exo		patrz exo
red beta	beta		patrz beta
rex		34,9	Gen ulegający ekspresji u profaga.
rho			Czynnik <i>E. coli</i> wiążący się z terminatorami warunkujący blokowanie terminatorów [19, 20].
Regulator			Czynnik regulujący czynność operonu.
Represor			Regulator o działaniu represyjnym, u lambdy oznacza p ϕ L.
S		43,7	Cistron kodujący pS, czynne wraz z pR w lisie bakterii, pierwszy z transkrybowanych cistronów późnych.
SLK	cos		patrz cos
Super- infekcja			Infekcja zakażonej komórki, także bakterii lizogenicznej.
Ter			Aktywność wycinania monomerów DNA lambdy z prekursora, rozcinająca cos.
t_L		33,7	Lewy terminator, sekwencji 12S.
t_{R1}		36,7	Prawy terminator, sekwencji tof (7S).
t_{R2}	t_{RII}	39,1	Terminator okolicy replikacyjnej, segmentu b Roberta.
t_Q		42,7	Terminator sekwencji Q (6S).
tof	cro, fed	36,4	Cistron kodujący ptof, czynne w represji licznych genów przeciwdziałające pN.
Terminator			Sekwencja DNA operonu, na której dochodzi do zatrzymania transkrypcji.
Transkrypcja			Proces enzymatyczny syntezy RNA na nici DNA.
Translacja			Proces enzymatyczny syntezy białka według wzorca mRNA, zachodzący na rybosomach.
U		8,1	Cistron kodujący pU, czynne w formowaniu ogona.

dalszy ciąg tab. 1

Symbol lub termin	Synonim	Pozycja	Znaczenie
V		8,6	Cistron kodujący pV, będące głównym białkiem ogona lambdy.
W		2,3	Cistron kodujący pW, które wraz z pF bierze udział w formowaniu kapsydy i przyczepianiu ogona [2, 11].
Wirion xis		28,1	Egzemplarz wirusowy. Cistron kodujący pxis, biorące udział w rekombinacji zachodzącej w regionie att.
Z		7,7	Cistron kodujący pZ, czynne w formowaniu ogona.

LITERATURA

- [1] Bastia D., Sueoka N. — *Studies on the late replication of phage lambda*. J. Mol. Biol., 98, 305—320, 1975.
- [2] Campbell A. — *Genetic structure*, s. 13 — 44 poz. 9, 1971.
- [3] Casjens, S. — The morphogenesis of the phage lambda, s. 725 — 732 poz. 9, 1971.
- [4] Davidson N., Szybalski W. — *Physical and chemical characteristics of lambda*, s. 45 — 82 poz. 9, 1971.
- [5] Echols H. — *Regulation of lytic development*, s. 247 — 270 poz. 9, 1971.
- [6] Gottesman M. E., Weisberg R. A. — *Prophage insertion, and excision*. s. 115 — 138 poz. 9, 1971.
- [7] Hamphill H. E., Whiteley H. A. — *Bacteriophages of bacillus subtilis*. Bact. Rev., 39, 257—315 1975.
- [8] Hendrix R. W., Casjens S. R. — *Assembly of bacteriophage lambda heads*. J. Mol. Biol., 91, 187—199, 1975.
- [9] Hershey A. D. red. — *The bacteriophage lambda*, Cold Spring Harbor Laboratory, 1971.
- [10] Kaiser D. — *Lambda DNA replication*, s. 195—210 poz. 9, 1971.
- [11] Kaiser D., Syvanen M., Masuda T. — *DNA packaging steps in bacteriophage lambda head assembly*. J. Mol. Biol., 91, 175—186, 1975.
- [12] Kellenberger E., Edgar R. S. — *Structure and assembly of phage particles*, s. 271—296. poz. 9, 1971.
- [13] Lebowitz P., Weissman S. M., Radding C. M. — *Nucleotide sequence of a ribonucleic acid transcribed in vitro from lambda phage DNA*. J. biol. Chem., 246, 5120 — 5139, 1971.
- [14] Maniatis T., Jeffrey R., Kleid D. G. — *Nucleotide sequence of the rightward operator of phage lambda*. Proc. Nat. Ac. Sci USA, 72, 1184—1188, 1975.
- [15] Maniatis T., Ptashne M. — *A DNA operator-repressor system*. Scientific Amer., 234(1), 64—76, 1976.
- [16] Mayer B. J., Kleid D. G., Ptashne M. — *Lambda repressor turns of transcription of its own gene*. Proc. Nat. Ac. Sci USA, 71, 4785—4789, 1975.
- [17] Nash H. A. — *Integrative recombination of bacteriophage lambda DNA in vitro*. Proc. Nat. Ac. Sci USA, 72, 1072—1076, 1975.
- [18] Ptashne M. — *Repressor and its action*, s. 221—238 poz. 9, 1971.

- [19] Roberts J. W. — *Termination factor for RNA synthesis*, Nature, 224, 1168—1174, 1969.
- [20] Roberts J. W. — *Transcription, termination and late control in phage lambda*. Proc. Nat. Ac. Sci USA, 72, 3300—3304, 1975.
- [21] Skalka A., Poonian M., Bartl P. — *Concatemers in DNA replication*. 64, 541—560, 1972.
- [22] Sklar J., Yot P., Weissman S. M. — *Determination of genes, restriction sites, and DNA sequences surrounding the 6S RNA*, Proc. Nat. Ac. Sci USA, 246, 1817—1821, 1975.
- [23] Stevens W. F., Adhya S., Szybalski W. — *Origin and bidirectional orientation of DNA replication in coliphage lambda*. S. 515—533 poz. 9, 1971.
- [24] Syvanen M. — *Processing of bacteriophage lambda DNA during its assembly into heads*. J. Mol. Biol., 91, 165—174, 1975.
- [25] Wu R., Taylor E. — *Nucleotide sequence analysis of DNA*, II. J. Mol. Biol., 57, 491—511, 1971.
- [26] Yarmolinsky M. B. — *Making and joining DNA ends*, s. 97—112 poz. 9, 1971.

ENDEMITY W ŚWIECIE ZWIERZĄT

Pojęcie endemitu weszło do biogeografii już dość dawno, w związku z czym oczekiwać by można, iż jest to określenie jednoznaczne i precyzyjnie zdefiniowane.

Tymczasem już pobieżna lektura niektórych opracowań popularno-naukowych i naukowych wskazuje na wyraźne nieścisłości w tym względzie. Sądzę, że daje to okazję do przedyskutowania pojęcia endemitu oraz podania nieco informacji o samych endemitach w oparciu o mniej znane a bardziej interesujące przykłady. Jako prawidłową definicję endemitu należy uznać tę, która określa endemit jako takson świata roślin lub zwierząt, zamieszkujący pewien mały obszar i nie występujący poza tym obszarem w żadnym innym punkcie kuli ziemskiej. Nie można oczywiście podać żadnych danych liczbowych na temat tego obszaru, trzeba jednak założyć, iż jest to obszar mały.

Nieprzyjęcie tego założenia staje się źródłem bardzo powszechnego błędu polegającego na uznaniu za endemity form przewodnich dla danej krainy zoogeograficznej. I tak np. Darlington [2] podaje, iż struś i sekretarz są endemitami afrykańskimi, a Leńkowa [3] uznaje: rysia, łosie, susły, świstaki, norniki, cietrzewie, jesiotry i ryby łososiowate za endemity krainy holarktycznej. Podobne określenia znalazły się także w podręcznikach szkolnych [8].

Uznając stwierdzenia tego typu za słuszne, należałoby dojść do wniosku, iż świat organizmów żywych składa się wyłącznie z endemitów i kosmopolitów, co jest oczywistym absurdem. Jeszcze jeden przykład złego użycia pojęcia endemitu znajduje się w pracy Nowaka [6], w której autor omawiając rozmieszczenie racicznicy (*Dreissena polymorpha*) w Europie, pisze o endemicznych stanowiskach tego małża w niektórych jeziorach zachodniej Europy. Ponieważ racicznica jest w faunie europejskiej elementem pontyjskim, który drogą ekspansji rozprzestrzenił się obecnie na całą wschodnią i środkową Europę, słuszniej byłoby określać stanowiska w zachodniej Europie jako nowe stanowiska na granicy zasięgu.

Endemity można podzielić na neoendemity- czyli taksony młode, kształtujące się w odpowiednich warunkach (np. „zięby” z Galapagos) i paleoendemity- czyli pozostałości dawnej fauny, które mogły przetrwać na danym obszarze dzięki odpowiednim warunkom (np. tuatar). W przypadku paleoendemitów należy zwrócić uwagę, iż są one szczególnymi przypadkami reliktywów, takich, które utrzymały się tylko w jednej ostoi na kuli ziemskiej. W związku z tym wydaje się, że właściwszą nazwą dla tego rodzaju endemitów byłoby określenie — endemity reliktowe. Powszechnie używany termin „paleoendemity” może także sugerować, iż chodzi tu o endemity kopalne.

Trudno wskazać jedną, czy nawet kilka wyraźnie odrębnych przyczyn powstawania endemitów, bowiem zwykle splatają się one w jeden ciąg przyczyn wywołujących określony skutek.

Jedną z takich przyczyn są niewątpliwie zmiany warunków środowiska. Mogą to być zmiany klimatyczne, geologiczne, epizooecja itp. O ile zmiana taka wystąpi na całym obszarze zasiedlonym przez dany takson, z wyjątkiem małego skrawka tego obszaru, a jest wystarczająco silna, aby spowodować wyginięcie teksonu na terenie nią objętym, wtedy takson ten utrzyma się na tym małym skrawku, gdzie efekt działania zmiany nie dotarł. Skrawek ten staje się wtedy ostoją endemitu.

Drugą bardzo istotną przyczyną, dzięki której tworzą się endemity jest izolacja. Od dawna znany jest fakt, iż szczególnie dużo endemitów występuje w siedliskach ściśle izolowanych, a więc na wyspach, zarówno wyspach lądowych leżących na morzach, jak i na wyspach wodnych położonych wśród lądu. Rysuje się tu ogólna zależność polegająca na tym, iż im starsze jest izolowane siedlisko (wyspa, jezioro), tym bardziej endemiczną faunę ono posiada, oraz tym wyższy jest szczebel endemizowanych taksonów. Jako przykłady niech posłużą 2 stare jeziora od dawna znane z wielkiej liczby endemitów w nich występujących. Są to jeziora: Bajkał i Tanganika.

I tak w Bajkale na 1693 gatunki stwierdzonych tam roślin i zwierząt, 1083 czyli ok. 64% to endemity, spośród samych tkankowców 93% gatunków to endemity.

Fauna jeziora Tanganika liczy 402 gatunki, z tego 293 czyli 73% endemicznych. Ślimaki są tam endemiczne w 100%, natomiast wśród pierwotniaków znaleziono tylko 1 endemiczny gatunek [1]. Warto zauważyć, że z Bajkału opisano 191 endemicznych gatunków pierwotniaków [5].

Niezwykle interesujące są endemity jeziora Mogilne położonego na północy ZSRR. W związku z wyjątkowymi warunkami fizyko-chemicznymi panującymi w tym jeziorze [7], wykształciły się tam gatunki endemiczne, występujące tylko w pewnych warstwach wody, charakteryzujących się określonymi warunkami zasolenia, natlenienia czy temperatury.

Jeszcze jednym bardzo silnie izolowanym, a więc bogatym w endemity siedliskiem są wody podziemne. Izolacja jest tu wywoływana nie tylko przez barierę geograficzną, jak to ma miejsce w przypadku wysp, ale także przez bardzo wyraźną barierę ekologiczną, której działanie daje się sprowadzić do wyraźnych różnic w oddziaływaniu czynników: fotycznego, termicznego i czynników chemicznych. Ponieważ fauna i flora wód podziemnych są wciąż jeszcze słabo poznane, można spodziewać się tu opisywania coraz to nowych gatunków, w tym także endemicznych. Być może któryś z nich będzie występował na terenie naszego kraju.

Według Darlingtona [2], fauna wysp oceanicznych kształtuje się pod wpływem dwóch czynników. Są to: efekt powierzchni i efekt odległości. Efekt powierzchni wyrażałby się tym, iż wraz ze wzrostem powierzchni wyspy wzrastałaby liczba zamieszkujących ją gatunków roślin i zwierząt. Twierdzenie to ma oczywiście charakter ogólny, gdyż nie bierze pod uwagę czynników takich jak: klimat, warunki troficzne itp.

Efekt odległości daje się wyrazić twierdzeniem, iż wraz ze wzrostem odległości wyspy od kontynentu maleje liczba występujących na niej gatunków roślin i zwierząt, a wzrasta liczba gatunków endemicznych. Aby udowodnić, że jest to częściowo zależność także ogólna, posłużę się przykładami zaczerpniętymi z pracy Bobrinskiego, Zenkeviča i Birštejna [1].

patrycznych gatunków, dzięki nowej niszy troficznej wprowadzonej przez człowieka.

Rola człowieka w tworzeniu endemitów wyraża się także w bezpośrednim lub pośrednim tępieniu zwierząt. Tworzy się więc w ten sposób odrębna grupa, którą można by określić jako endemity antropogenne, czy też pseudoendemity. Jako przykłady mogą służyć: nosorożec szerokopyski (*Diceros simus*), nosorożec jawański (*Rhinoceros sondaicus*) i daniel mezopotamski (*Dama mesopotamica*) [3].

LITERATURA

- [1] Bobrinskij N. A., Zenkevič L. A., Birštejn J. A. — *Geografija životnych*. Sovetskaja Nauka, Moskva, 1946.
- [2] Darlington P. J. — *Zoogeography*. John Wiley & Sons, New York, 1957.
- [3] Leńkowa A. — *Zoogeografia w: „Biologia XIX wieku”*. Wiedza Powszechna Warszawa, 1971.
- [4] Mayr E. — *Populacje, gatunki i ewolucja*. Wiedza Powszechna, Warszawa, 1974.
- [5] Mikulski J. St. — *Biologia wód śródlądowych*. PWN, Warszawa, 1974.
- [6] Nowak E. — *O rozprzestrzenianiu się zwierząt i jego przyczynach*. Zesz. Nauk. Inst. Ekol. PAN, 3, Warszawa, 1971.
- [7] Senkowski H. — *Niezwykłe jeziora w Związku Radzieckim*. Problemy, 7, 11, 751—753, Warszawa, 1951.
- [8] Spodniewska I., W. Serafiński — *Biologia dla klasy III Liceum Ogólnokształcącego*. PZWS, Warszawa, 1972.

WYBRANE PROBLEMY Z BADAŃ NAD BIOLOGICZNYMI SKUTKAMI PODWYŻSZENIA TEMPERATURY W JEZIORACH KONIŃSKICH

Zagadnienie biologicznych skutków sztucznego podwyższenia temperatury w zbiornikach wodnych znalazło się w centrum uwagi wielu placówek naukowych, przede wszystkim ZSRR, gdzie zjawisko to jest najbardziej powszechne, USA i Kanady. Wyrazem szczególnego zainteresowania tą problematyką w Zw. Radzieckim jest organizowanie specjalistycznych sympozjów, z których dotychczas odbyły się dwa — w 1971 i 1974 r. Placówką wiodącą w tych zagadnieniach jest Instytut Biologii Wód Śródlądowych Akademii Nauk w Boroku. Badania grupują się głównie wokół problemów praktycznych, które sprowadzają się do kilku podstawowych grup tematycznych:

- 1) badania produktywności zbiorników z punktu widzenia efektywnego wykorzystania ich w gospodarce rybackiej;
- 2) określenie pojemności termicznej zbiorników wodnych;
- 3) określenie technicznych i sanitarnych zmian jakości wody towarzyszących sztuczniemu podwyższeniu temperatury.

W badaniach tych niemal zupełnie pominięto zagadnienia teoretyczne. Opracowania zoologiczne mają najczęściej ujęcie synekologiczne, w niektórych tylko wypadkach rozpracowano badane grupy na poziomie gatunkowym. Z powodu braku dokładniejszych opracowań analitycznych niemożliwe było dotychczas opracowanie syntezy zjawiska.

W Polsce badania nad wodami podgrzаныmi skoncentrowały się głównie na jeziorach konińskich, wykorzystywanych do chłodzenia agregatów dwóch elektrowni ciepłych pracujących w oparciu o zlokalizowane koło Konina złoża węgla brunatnego. Jeziora konińskie stanowią grupę 5 połączonych ze sobą jezior — Gosławickiego, Pątnowskiego, Mikorzyńskiego, Ślesińskiego i Licheńskiego. Poprzez żeglowny kanał Warta—Gopło łączą się one z Wartą, Jeziorem Gopło i Notecią. Omawiane jeziora odznaczają się dużym zróżnicowaniem morfologicznym i morfometrycznym. Dwa z nich (Gosławickie i Pątnowskie) to typowe jeziora płytkie o średniej głębokości nie przekraczającej 3 m. Trzy pozostałe są klasycznymi południkowo ułożonymi jeziorami rynnowymi. Średnia głębokość Jeziora Mikorzyńskiego wynosi 11,9 m, Jeziora Ślesińskiego — 7,5 m, natomiast Jeziora Licheńskiego 4,9 m. Największe w całym kompleksie jest Jezioro Gosławickie, którego powierzchnia przekracza 400 ha, najmniejsze Jezioro Ślesińskie o powierzchni 148,1 ha. Łączna objętość wody zawartej w jeziorach przekracza 60 mln m³. Wszystkie jeziora Rynny Goplańskiej, w której położone są także omawiane jeziora konińskie, biorą swój początek z tzw. „Pragopła”, które na skutek obniżenia się poziomu wód rozpadło się na wiele jezior i drobnych zbiorników. Mimo wspólnego pochodzenia jeziora konińskie są obecnie dość znacznie zróżnicowane pod względem stopnia zeutrofizowania. Najslabiej zeutrofizowane są jeziora

Ślesińskie i Mikorzyńskie, najsilniej Licheńskie. Włączenie do systemu chłodniczego elektrowni spotęgowało wymianę wody między jeziorami. Dla celów chłodniczych używa się średnio 75 m³ wody/sek. Woda pobierana jest bezpośrednio z Jeziora Gośławickiego i Pątnowskiego, następnie po ogrzaniu zrzucana jest do wszystkich jezior. Bezpośrednim następstwem jest stałe podwyższenie temperatury w jeziorach średnio o 7°C. Wytworzyły się też różnice termiczne między jeziorami. Najcieplejsze jest Jezioro Licheńskie, w którym temperatura przy powierzchni dochodzi latem do 35°C, najchłodniejsze jest Jezioro Ślesińskie, które zimą wyłączone jest z obiegu chłodniczego.

Wykorzystywanie jezior do celów chłodniczych rozpoczęło się w 1956 r. Na skutek podwyższenia temperatury wody bardzo intensywnie zaczęła rozwijać się roślinność wodna, która opanowała jeziora w stopniu znacznie utrudniającym przepływ wody. Dla przeciwdziałania niekorzystnemu zjawisku wyprowadzono do jezior egzotyczne ryby roślinożerne — amura białego (*Ctenopharyngodon idella* Val.), tołpygę białą (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) i pstrą (*Aristichthys nobilis* Rich.). W rezultacie tego zabiegu roślinność zanurzona we wszystkich jeziorach została niemal doszczętnie wyniszczona. Zaobserwowano też bardzo poważne ubytki w roślinności oczeretowej. Najwyraźniej zmiany te wystąpiły w Jeziorze Licheńskim. Od 1970 r., na skutek posocznicy i ligulozy, obsada amura zaczęła się szybko zmniejszać, czemu towarzyszyło stopniowe odradzanie się roślinności wodnej. Jednocześnie zaczęto obserwować silną ekspansję ciepłolubnej jezierzyny morskiej (*Najas marina* L.).

W badaniach jezior konińskich zaangażowano znaczny potencjał naukowy; największy udział miały: Instytut Rybactwa Śródlądowego, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Instytut Biologii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza i Instytut Zoologii PAN Oddział w Poznaniu. Choćby pobieżne przedstawienie wyników badań tych placówek znacznie przekroczyłoby ramy tego artykułu, toteż z konieczności ograniczymy się tylko do problemu wpływu zrzutu wód podgrzanych na faunę denną, opracowanego kompleksowo przez Instytut Zoologii PAN Oddział w Poznaniu. Badaniami objęto większość fauny wodnej. Tutaj ograniczymy się tylko do zreferowania rezultatów badań nad grupami opracowywanymi przez autorów: skąposzczety (*Oligochaeta*), pijawki (*Hirudinea*), chrząszcze (*Coeloptera*) i wodopójki (*Hydracarina*).

Fauna badanego kompleksu jezior konińskich okazała się sumarycznie bardzo bogata. Omawiane tutaj 4 grupy są reprezentowane przez 251 gatunków. Najwięcej gatunków przypada na chrząszcze [97], a następnie na wodopójki [88], skąposzczety [59] i pijawki [7]. Zwraca uwagę bardzo mała liczba gatunków pijawek. Należy dodać, że ich liczebność była także niewielka. Spośród wszystkich gatunków najczęściej i najliczniej poławiano jedynie *Helobdella stagnalis* (L.), *Piscicola geometra* (L.) i *Erpobdella octoculata* (L.) Fauna pijawek jezior konińskich (z wyjątkiem Jeziora Gośławickiego) była dokładnie badana w 1960 r. a więc w pierwszym okresie podgrzania jezior. Opierając się na wynikach tych badań należy przypuszczać, że w pierwszych latach pracy elektrowni fauna pijawek nie uległa pod wpływem podwyższonej temperatury żadnym zasadniczym zmianom zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym w stosunku do jezior o naturalnej temperaturze wody. W czterech badanych jeziorach stwierdzono wtedy występowanie 13 gatunków. Obecna fauna pijawek wykazuje natomiast wyraźne zubożenie liczby gatunków i ich liczebności w stosunku do stanu z 1960 r. oraz w porównaniu

do innych jezior Polski. Spośród wszystkich jezior konińskich największe zmiany zaobserwowano w Jeziorze Licheńskim, gdzie obecnie pijawek w ogóle nie stwierdzono. Podkreślić należy, że jezioro to było uprzednio jednym z najliczniej zasiedlonych przez pijawki jezior badanego kompleksu. Wyraźna redukcja liczby gatunków pijawek i ich liczebności jest niewątpliwie skutkiem oddziaływania podwyższonej temperatury. Szczególnie interesujący jest fakt, że grupa o tak znacznej eurytopowości i odporności na niekorzystne warunki środowiska okazała się tak wrażliwa na czynnik termiczny.

Skąposzczety, które podobnie jak pijawki charakteryzują się w większości przypadków dużą eurytopowością, okazały jednak znacznie słabszą reakcję na podwyższenie temperatury. Ogólna liczba gatunków stwierdzonych w jeziorach konińskich jest typowa dla jezior o podobnym charakterze limnologicznym. Z tego względu nie można więc mówić ani o zubożeniu, ani o wzbogaceniu fauny. Jeziora konińskie odznaczają się jednak pewną specyfiką o czym świadczy znalezienie gatunków, które można uznać za ciepłolubne (*Aeolosoma bengalense* Steph., *Ae. sawayai* Marcus, *Ae. japonicum* Yam.), nowego dla wiedzy gatunku *Nais christinae* Kasp., który był dominantem w całym zebrany materiał oraz szeregu gatunków rzadkich i nowych dla fauny Polski. Niewątpliwie pewne znaczenie ma tutaj wyjątkowo dokładne zbadanie jezior konińskich. Głównie jednak przyczyną wydaje się być duże zróżnicowanie środowiskowe jezior i czynnik termiczny, którego niekorzystny wpływ daje się zauważyć tylko w niektórych jeziorach i środowiskach. Z tego więc względu można mówić o ogólnym wzbogaceniu faunistycznym. Skąposzczety zasiedlają na ogół całą misę jeziorną. Jednak w jeziorach konińskich obserwuje się duże pionowe zróżnicowanie ogólnej liczebności i liczby gatunków tych zwierząt. Największa liczba gatunków i osobników skąposzczetów występowała w litoralu na głębokości 0,2—1,5 m. Liczne gatunki — *Nais barbata* Müll., *N. christinae* Kasp., *Stylaria lacustris* (L.), *Aeolosoma bengalense* Steph., *Vejdovskyella intermedia* (Bret.) — miały w tej strefie swoje maksymalne nasilenie występowania. Wiele gatunków, zwłaszcza przedstawicieli rodziny *Enchytraeidae*, *Tubificidae* i *Lumbriculidae*, występowało także w strefie pobraża. Niektóre z nich, jak na przykład *Limnodrilus udekemianus* Clap., *Lumbriculus variegatus* (Müll.), *Tubifex tubifex* (Müll.), *Psammoryctides albicola* (Mich.), mimo że spotykane były we wszystkich strefach jezior, to jednak najliczniej poławiane były w strefie pobraża. Tylko dwa gatunki — *Limnodrilus profundicola* (Verrill) i *Ilyodrilus templetoni* (South.) — występowały wyłącznie w profundalu. Często i licznie, szczególnie w Jeziorze Mikozyńskim, spotykane były tutaj także *Potamotheix hammoniensis* (Mich.), *P. moldaviensis* Vejd. et Mr. i *Tubifex tubifex* (Müll.). Nie są to jednak gatunki specyficzne dla tej strefy. Godny uwagi jest fakt, że na głębokościach poniżej 8 m w Jeziorze Mikozyńskim, Ślesieńskim i Licheńskim nie stwierdzono występowania skąposzczetów.

Pomimo że fauna skąposzczetów jezior konińskich okazała się bogata gatunkowo, to jednak dokładna analiza rozmieszczenia tych zwierząt wskazuje, że niektóre jeziora wykazują wyraźne zmniejszenie się liczby gatunków i ich liczebności. Spośród wszystkich jezior konińskich największe zmiany w faunie skąposzczetów, które wiązać można z bezpośrednim wpływem podwyższonej temperatury, wykazuje Jezioro Licheńskie. Wskazuje na to głównie ocena stanu fauny skąposzczetów dokonana przez porównanie zbiorników o podwyższonej temperaturze wody między sobą

w oparciu o zróżnicowany stopień podgrzania. Zmiany w faunie skąposzczetów Jeziora Licheńskiego przejawiają się zarówno niewielką liczbą znalezionych gatunków i osobników, jak i zupełnym brakiem w tym jeziorze zgrupowań gatunków o powtarzającej się strukturze dominacji. Gatunkiem najliczniej poławianym w tym jeziorze była *Aeolosoma bengalense* Steph., który w Europie znajdowany był dotychczas głównie w akwariach i cieplarniach. Mała liczba gatunków w Jeziorze Licheńskim wiąże się także z brakiem szeregu zbiorowisk elodeidów, które zostały zniszczone przez żerującego amura. Między innymi zniszczone zostały zbiorowiska *Potamogeton perfoliatus* L. o bardzo bogatej na ogół faunie skąposzczetów. Z tego względu w Jeziorze Licheńskim liczne fitofilne gatunki w ogóle nie występują, względnie jak *Stylaria lacustris* (L.) lub *Nais christinae* Kasp., spotykane są tylko w niewielkiej liczbie osobników. Podwyższona temperatura wody wywarła także ujemny wpływ na faunę skąposzczetów profundalu, która w Jeziorze Licheńskim ogranicza się tylko do rzadko i bardzo nielicznie występującego *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. Prawdopodobnie na zmiany w faunie skąposzczetów profundalu duży wpływ ma także występujący w zbiornikach o podwyższonej temperaturze wody deficyt tlenowy. Wyrazem wpływu podwyższonej temperatury na faunę skąposzczetów jezior konińskich jest także ograniczenie występowania niektórych gatunków, na przykład *Rhyacodrilus coccineus* (Vejd.). Gatunek ten stwierdzono w jeziorach o normalnej termice (Jezioro Łagowskie) oraz w jednym z dopływów Jeziora Ślesiańskiego.

Zarówno fauna chrząszczy wodnych jak i wodopójek okazała się w jeziorach konińskich znacznie bardziej bogata niż w innych grupach jezior o podobnym charakterze (jeziora mazurskie, jeziora Wielkopolskiego Parku Narodowego, jeziora sosnowieckie na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim). Obie te grupy, tak odmiennie pod względem ekologicznym, okazały w tym wypadku zadziwiająco zgodność reakcji na podwyższenie temperatury. Chrząszcze wodne stanowią grupę o stosunkowo dużej eurytopowości; tylko niewielka część gatunków odznacza się dużą specjalizacją ekologiczną. W jeziorach chrząszcze wodne zajmują wyłącznie litoral, głównie górny. W faunie jezior przeważają formy drobnozbiornikowe, tylko niektóre gatunki jak: *Platambus maculatus* (L.) i *Laccophilus hyalinus* (Deg.) są dla jezior bardziej typowe. W jeziorach konińskich także zdecydowanie dominowały gatunki drobnozbiornikowe. Największą liczebność miały: *Noterus crassicornis* (Müll.) i *N. clavicornis* (Deg.). Oba te gatunki, a szczególnie *Noterus clavicornis* (Deg.) związane są z wodami torfowiskowymi. Na uwagę zasługuje także bardzo liczne występowanie dwóch gatunków południowych, które w faunie Polski są szczególnie rzadkie i nieliczne: *Hydrovatus cuspidatus* (Kunze) i *Laccophilus variegatus* (Germ.).

Wodopójki są grupą ekologicznie najbardziej zróżnicowaną. W faunie jezior istnieje szereg gatunków związanych z poszczególnymi strefami lub środowiskami. W jeziorach konińskich przeważają gatunki jeziorne o dość dużej eurytopowości. Do takich należą właśnie gatunki dominujące: *Limnesia undulata* (Müll.), *Hygrobates trigonicus* Koen., *Brachypoda versicolor* (Müll.), *Arrenurus sinuator* (Müll.) i *Mideopsis orbicularis* (Müll.). Warto podkreślić brak gatunków specyficznych dla profundalu i wyraźną redukcję liczby i liczebności gatunków charakterystycznych dla sublitoralu i dolnego litoralu. Bardzo natomiast silnie rozwinięta jest fauna wiosenna płytkiego litoralu, która w innych jeziorach ma zazwy-

czaj charakter szczątkowy. Stosunkowo duży udział mają gatunki drobnoziarnikowe, jednak ich liczebność nie jest zbyt wielka. Zmiany w faunie wodopójek wywołane podwyższeniem temperatury idą więc w kierunku eliminacji gatunków jeziornych o dużej specjalizacji — głównie sublitoralowych i profundalowych, zimnostenotermicznych i hemistenotermicznych, odznaczających się w dodatku dużymi wymaganiami tlenowymi, na korzyść gatunków o większej plastyczności ekologicznej. Zagadkowy jest jednak intensywny rozwój zimnolubnej przeciw fauny wiosennej, związanej z płytkim litoralem, leżącym już poza zasięgiem oddziaływania podwyższonej temperatury.

Tabela-1

Zestawienie liczby gatunków omawianych grup zwierząt w jeziorach konińskich

Nazwa grupy	Jezioro:					Razem:
	Gosławickie	Pątnowskie	Mikorzyńskie	Ślesińskie	Licheńskie	
<i>Oligochaeta</i>	44	39	33	33	29	59
<i>Hirudinea</i>	5	2	3	4	0	7
<i>Coleoptera</i>	49	54	58	61	44	97
<i>Hydracarina</i>	49	53	68	65	42	88

Interesujący obraz uzyskujemy z porównania liczby gatunków w poszczególnych jeziorach (tab. 1). Jakkolwiek w obrębie poszczególnych grup rozmieszczenie liczby gatunków w jeziorach wykazuje znaczne różnice, to jednak można powiedzieć, że sumarycznie najbogatsze gatunkowo są jeziora: Mikorzyńskie i Ślesińskie, natomiast zdecydowanie najuboższe w badanym kompleksie jest Jezioro Licheńskie. Należy podkreślić, że nie znaleziono tutaj żadnych pijawek, natomiast dla pozostałych grup liczba gatunków tu stwierdzonych była najmniejsza. Specyfika Jeziora Licheńskiego polega jednak nie tylko na znacznej redukcji fauny. Wyłącznie w tym jeziorze i to bardzo licznie występowała *Unionicola hankoi* Szalay. Gatunek ten o rozmieszczeniu południowo-europejskim jest przypuszczalnie ciepłolubny. Również w tym jeziorze największą liczebność osiągnęły ciepłolubne chrząszcze: *Hydrovatus cuspidatus* (Kunze) i *Laccophilus variegatus* (Germ.) oraz skąposzczet *Aeolosoma bengalense* Steph. Procesowi różnicowania się typowej fauny ciepłolubnej — obecnej w naszych warunkach geograficznych — towarzyszyła całkowita redukcja bardziej wyspecjalizowanej fauny jeziornej. Na przykładzie Jeziora Licheńskiego widzimy więc tworzenie się zupełnie nowej w naszych warunkach jakości ekologicznej, powstającej na miejscu zdegradowanej lokalnej fauny jeziornej. Liczby gatunków stwierdzonych w pozostałych jeziorach są różne. Widać w nich wyraźną zależność od stopnia podgrzania jeziora. Zwykle spadek liczby gatunków przebiegał wzdłuż ciągu: Jezioro Ślesińskie, Mikorzyńskie, Gosławickie, Pątnowskie, Licheńskie. U skąposzczetów i pijawek największą liczbę gatunków zanotowano jednak w Jeziorze Gosławickim, u wodopójek w Jeziorze Mikorzyńskim i Ślesińskim. Największą zgodność z wskazanym kierunkiem spadku liczby gatunków widać u chrząszczy wodnych. Inny obraz uzyskany u pozosta-

łych grup wynika z nawarstwienia się różnych czynników, szczególnie środowiskowych i właściwości ekologicznych poszczególnych grup.

Jeziora konińskie charakteryzują się wyjątkowym zubożeniem fauny profundalowej. Spośród omawianych grup na głębokości 20 m zanotowano tylko wodopójki, ale jak to już zaznaczono wyżej, nie były to żadne specyficzne formy profundalowe. Skąposzczety występowały jedynie do głębokości 8 m, a typowe dla profundalu zgrupowanie gatunków wykształcone było tylko w Jeziorze Mikołczyńskim. Warto też podkreślić występowanie dużych różnic w faunie poszczególnych jezior, daleko większe niż by to wynikało z różnic limnologicznych. Zaobserwowano też duże zmiany w faunie świadczące o zachwianiu równowagi biologicznej w jeziorach. Niewątpliwie przyczyniła się do tego w dużym stopniu introdukcja ryb roślinożernych i związane z tym zmiany w roślinności wodnej. Dla niektórych grup systematycznych, głównie dla wodopójek, udało się zaobserwować pewne przyspieszenie rozwojowe, a u niektórych gatunków nawet obecność pełnego pokolenia dodatkowego. Wiele gatunków, które w naturalnych warunkach zimują w stadium nimfy, w warunkach jezior konińskich zimowało w stadium imaginalnym.

Przedstawiliśmy tutaj najważniejsze wyniki badań nad fauną jezior konińskich w dużym skrócie. Podsumowując je trzeba stwierdzić odmienność reakcji na zmiany środowiska u poszczególnych grup systematycznych, a nawet gatunków. Spostrzeżenie to dowodzi niepełnej wartości i pobieżności wyników badań sumarycznych, nie prowadzonych na poziomie gatunkowym. Badania nad jeziorami konińskimi wskazują na dużą plastyczność fauny i możliwość adaptacji do bardzo nawet krytycznych warunków termicznych. Ponieważ struktura fauny badanych jezior konińskich daleka jest jeszcze od ustalenia, dlatego celowe byłoby kontynuowanie tych badań, a szczególnie śledzenie losów powstającej właśnie ciepłolubnej fauny Jeziora Licheńskiego.

WPLYW SKAŻONEJ ATMOSFERY ZWIĄZKAMI SIARKI NA ŚRODOWISKO CZŁOWIEKA

I. WSTĘP

Gwałtowne niekorzystne zmiany środowiska biologicznego są wynikiem wielkiego skoku cywilizacji w zakresie chemii, przemysłu ciężkiego i motoryzacji. Szczególnie dotkliwe dla zespołów biotycznych są skażenia atmosfery przez wielki przemysł chemiczny. Wskutek spalania ropy naftowej i węgla przyrost ilości CO_2 w atmosferze jest tak szybki, iż szata roślinna nie nadąża już z jego przyswajaniem [10]. Skutki działania skażonej atmosfery na biocenozę na ogół nie są gwałtowne. Zanieczyszczenie atmosfery wzrasta wolno, ale systematycznie przez długie lata i choć na co dzień mało dostrzegalne, skażenia przemysłowe wywołują przeważnie nieodwracalne zmiany w środowisku życia człowieka na obszarach dziesiątków kilometrów kwadratowych.

Dla podkreślenia powagi sytuacji warto podać kilka danych dotyczących niektórych związków chemicznych występujących w powietrzu atmosferycznym, które emitowane są przez różne ośrodki przemysłowe, wywołując tzw. skażenia przemysłowe w środowisku naturalnym. Tak np. zawartość CO_2 w powietrzu tylko w ciągu jednego 1966 r. wzrosła na świecie o 10% w stosunku do roku poprzedniego, a w 2000 r. przewiduje się, że stężenie CO_2 wzrośnie o dalsze 25%. Jeszcze groźniejsze dla środowiska, w którym żyje człowiek, są tlenki siarki, których emisja z różnych źródeł spalania w 1966 r. wynosiła w świecie ok. 100 mln t, z tego w Polsce 3 mln t. Przewidując, że zużycie węgla w naszym kraju w 2000 r. wzrośnie do 250 mln t, należy przyjąć, iż ilość emitowanych związków siarki wzrośnie do 9 mln t, i według niektórych naukowców przy tej ilości blisko połowa obszaru naszego kraju może być zagrożona przez te wyjątkowo szkodliwe związki.

W Stanach Zjednoczonych przemysł samochodowy, motoryzacja, samoloty oraz piece do spalania śmieci wytwarzają w ciągu roku łącznie 180 mln t substancji toksycznych. Pojazdy mechaniczne wydzielają rocznie ok. 90 mln t związków ołowiu i tlenku węgla a z samych tylko fabryk i elektrowni emitowanych jest każdego roku 45 mln t lotnego popiołu i 24 mln t tlenków siarki.

Należy nadmienić, że toksyczność zanieczyszczonego powietrza jest zwiększona przez cząstki stałe działające jako absorbenty i kropelki wilgoci, które rozpuszczają związki chemiczne emitowane przez ośrodki przemysłowe.

Szczególną uwagę zwracają uczeni na biologiczne skutki zanieczyszczenia powietrza. Efektem skażenia atmosfery jest między innymi stały wzrost chorób. Związki chemiczne zanieczyszczające powietrze działają toksycznie zarówno na ludzi i zwierzęta, jak i rośliny oraz drobnoustroje.

Według Dumonta i Fölza [8] lista chorób, których przyczyną są skażenia atmosfery jest długa — poczynawszy od chronicznego bronchitu poprzez wszystkie choroby narządów oddechowych aż do chorób nowotworowych włącznie. Następnie wymieniane są choroby sercowo-naczyniowe, alergiczne, uszkodzenia oczu i dolegliwości gastryczne. Raport Beavera [2] podaje, że straty jakie ponosi społeczeństwo francuskie wskutek chorób spowodowanych przez skażone środowisko wynoszą średnio rocznie 100 nowych franków na jednego mieszkańca. Do tego dochodzą olbrzymie straty gospodarcze. Tak na przykład straty ekonomiczne jakie powstają w ciągu jednego roku w wyniku skażenia środowiska przez hutę aluminium w Saint-Jean-de-Mauroenne we Francji produkującej rocznie 350 000 t aluminium obliczone zostały na ponad jeden milion franków. Na kwotę tę składają się następujące pozycje:

1) szkody wywołane w sadach	300 000 F
2) szkody wywołane w lasach	100 000 F
3) szkody spowodowane w produkcji zwierzęcej	700 000 F
4) straty w pasiekach	70 000 F
5) opłata personelu kontrolnego specjalistów i konsultantów technicznych	380 000 F

Łączne straty, które ustalono dla 1970 r. spowodowane przez hutę aluminium w środowisku przyrodniczym przy jednorocznej produkcji tego zakładu przemysłowego osiągnęły zatem 1550 tys. nowych franków. Dla uzupełnienia obrazu strat można jeszcze wspomnieć o negatywnym wpływie skażonej atmosfery na powierzchnię metali, materiałów budowlanych, tworzyw sztucznych, tkanin itp. Skażona atmosfera związkami gazowymi w połączeniu z aerozolami zawieszonymi w powietrzu powoduje korozję materiałów bądź to bezpośrednio chemicznie, bądź też elektrochemicznie w czasie opadów atmosferycznych. Konsekwencje ekonomiczne wpływu skażonej atmosfery na różne przedmioty i materiały są bardzo poważne. Przedstawiony raport przez Dyрекcję Budownictwa i Prac Publicznych Ministerstwa Wyposażenia i Budynków Mieszkalnych we Francji w 1968 r. określa straty tylko w budownictwie (w tym obiekty zabytkowe) na 1,9 mld nowych franków. Przytoczone wyżej przykłady strat jedynie z niektórych dziedzin gospodarki Francji świadczą o problemie wyjątkowym, jaki został postawiony przed każdym wysoko uprzemysłowionym krajem. W Polsce obliczenia takie są wykonywane sporadycznie i nie ma możliwości podania ogólnych rocznych strat wywoływanych w gospodarce narodowej przez skażenie przemysłowe. Że są one niemałe można podać przykład Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, w którym przybliżone straty roczne tylko w produkcji zwierzęcej w wyniku emitowanych zanieczyszczeń przez przemysł wynoszą ok. 1 mld złotych [10]. Najbardziej jednak niepokojący jest fakt, że u przeciętnego cywilizowanego człowieka wytworzone zostało przeświadczenie, że w wyniku nowoczesnej techniki stworzyliśmy sobie „nowe środowisko”, które uniezależniło nas od środowiska pierwotnego, naturalnego, będącego wytworem przyrody ożywionej i nieożywionej.

II. SIARKA I JEJ ZWIĄZKI W PRZYRODZIE

Do szczególnie szkodliwych i najczęściej spotykanych czynników skażenia atmosfery należą tlenki siarki [4, 20]. Emitowane są one przez różnorodny przemysł chemiczny. Olbrzymie jego ilości powstają również

w wyniku procesów spalania paliw płynnych i stałych. Do ważnych właściwości siarki jako czynnika skażenia środowiska należy zjawisko przechodzenia jej w wilgotnym powietrzu powoli w kwas siarkowy, który powoduje uszkodzenia tkanek roślinnych. W organizmach żywych siarka stanowi podstawowy składnik budowy białka. Występuje ona w różnych ilościach we wszystkich organizmach żywych, lecz w większej ilości u roślin niż u zwierząt. Według Berindana [3] w roślinach siarka występuje przede wszystkim obficie w liściach oraz bierze udział we wzroście korzeni. Siarka odpowiedzialna jest za metabolizm glukoidów a brak jej w chlorofilu jest przyczyną powstania zjawiska chlorozy.

Roślina pobierać może siarkę zarówno z gleby, jak i bezpośrednio sorbować w postaci SO_2 z powietrza. W glebie siarka znajduje się pod postacią siarczanów względnie pochodzi z różnych rozkładających się organizmów roślinnych i zwierzęcych. Woda spływająca z pól, jak również opadowa zawiera zawsze siarkę w postaci siarczanów.

Przeprowadzone doświadczenia laboratoryjne [3] wykazały, że pobrana siarka radioaktywna z atmosfery pod postacią SO_2 została zaabsorbowana w dużych ilościach przez rośliny, którą następnie wykryto w aminokwasach oraz w mniejszych ilościach w proteinach.

Według tego samego autora siarka zawarta w atmosferze w formie SO_2 jest absorbowana i metabolizowana przez rośliny jeśli stężenie jej w powietrzu nie jest duże i nie prowadzi do uszkodzeń tkanek roślinnych. Detrie [7] uważa, że maksymalne ilości stężenia SO_2 w środowisku nie powinny przekraczać $0,75 \text{ mg/m}^3$ powietrza. Dla NRF ilości te ustalone zostały w wysokości $0,45 \text{ mg/m}^3$, Szwajcarii $0,6 \text{ mg/m}^3$, USA od $0,15$ — $0,25 \text{ mg/m}^3$, Francji 1 mg/m^3 w ciągu całej doby i Czechosłowacji $0,15 \text{ mg/m}^3$ powietrza. Dla warunków Polski stężenie SO_2 średnio w ciągu doby nie powinno przekraczać $0,35 \text{ mg/m}^3$ a jednorazowo $0,9 \text{ mg/m}^3$ powietrza (Dziennik Ustaw PRL Nr 42 z 8 października 1966). Dopuszczalne normy dla tego składnika w ZSRR i CSRS są zatem prawie dwukrotnie niższe niż dla naszego kraju.

III. PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ NAD WPŁYWEM ZWIĄZKÓW SIARKI NA ORGANIZMY ROŚLINNE

W dostępnym piśmiennictwie krajowym i zagranicznym stwierdzono, że większość prac naukowych poświęconych ujemnemu oddziaływaniu związków siarki emitowanych przez duże zakłady przemysłowe dotyczą przede wszystkim organizmów roślinnych. Jest to w pełni zrozumiałe jeśli weźmie się pod uwagę fakt, iż szkody wywołane przez te związki są łatwo zauważalne nawet dla przeciętnego obserwatora oraz straty jakie ponosi rolnictwo czy leśnictwo są bardziej wymierne niż straty wywołane w organizmach zwierzęcych. Szkodliwy wpływ dwutlenku siarki na rośliny ujawnia się przede wszystkim na częściach zielonych roślin i w zależności od stężenia tego gazu w powietrzu, obserwować można mniej lub bardziej wyraźne uszkodzenia tkanek. Keller [11] podaje, że symptomy uszkodzeń na młodych świerkach występować mogą już przy koncentracji od $0,24$ do $0,40 \text{ mg SO}_2$ na 1 m^3 powietrza. Natomiast Cormis [5] prowadząc badania nad wpływem SO_2 na różne gatunki roślin stwierdza, że związki siarki emitowane przez duże zakłady przemysłowe dotyczą koncentracji w ilości 1 mg/m^3 powietrza. Stwierdzono jednak nekrozy tka-

nek liści przy koncentracjach dużo słabszych, nawet w ilości 0,5 mg/m³ powietrza. W tym jednak przypadku rośliny muszą być poddawane działaniu SO₂ przez dłuższy okres czasu. Gaz przedostaje się do tkanki liścia przede wszystkim przez szparki oddechowe. Wnikając do przestrzeni międzykomórkowych SO₂ zastępuje pewną ilość tlenu i dwutlenku węgla, co powoduje osłabienie asymilacji CO₂ przez roślinę. Według Kellera [11] zanieczyszczenie atmosfery przez SO₂ powoduje zachwianie metabolizmu asymilacji wskutek rozkładu chlorofilu przez ten gaz. Również okres asymilacji w ciągu dnia ulega skróceniu. Inne niekorzystne zjawisko dotyczy nienormalnego zwiększenia transpiracji rośliny w skażonym powietrzu przez SO₂, szczególnie w godzinach południowych wskutek utraty możliwości zamykania szparek oddechowych. Objawy takie zostały stwierdzone między innymi na lucernie i owsie [11].

Niektórzy badacze [11, 19] uważają, że ujemny wpływ SO₂ na fotosyntezę i oddychanie rośliny występuje nawet przy jego krótkiej obecności. W tym jednak przypadku musi istnieć duża koncentracja SO₂ w powietrzu. Po kilku godzinach od wstrzymania fumigacji SO₂, fotosynteza rośliny powraca do normalnego stanu. Odporność tkanki liściowej na SO₂ uzależniona jest od jej wieku. Keller [11] stwierdził, że bardzo młode i najstarsze liście o słabszym procesie asymilacji są mniej uszkodzane od liści, które wykazują dużą aktywność fizjologiczną. Również kwiaty i owoce są w mniejszym stopniu uszkodzane przez ten gaz. Przy koncentracjach słabszych dwutlenku siarki w powietrzu rośliny przekształcają SO₂ na siarczany, które są kumulowane w roślinie, co po pewnym okresie czasu daje symptomy chronicznych uszkodzeń rośliny przez SO₂ [14]. Ostre porażenia roślin przez SO₂ objawiają się na liściach w postaci białawych lub jasnobrunatnych nekrotycznych plam, które ukazują się stosunkowo szybko po przejściu fali skażonego przez SO₂ powietrza. Części zdrowe tkanki liściowej przejmują szybko funkcje życiowe, a młode liście rozwijają się normalnie. Przy porażeniach przedostrych nie obserwuje się nekrotycznych plam na tkance liściowej. Szczególnie u gatunków roślin bardziej odpornych na skażone powietrze tlenkami siarki.

Mimo to nie wszyscy naukowcy są zgodni co do ewentualnych szkód wyrządzanych przez SO₂ roślinie [6]. Jedni uważają, że dwutlenek siarki wywołuje perturbacje w oddychaniu rośliny, inni natomiast twierdzą, że przy braku objawów uszkodzeń na roślinie nie ma zachwiania w jej metabolizmie. Eksperymentalne doświadczenia wykazały bowiem, że siarka magazynowana jest w roślinie jedynie do niezbędnych ilości. W przypadku dodatkowego dostarczania liściom dwutlenku siarki, po jej zaabsorbowaniu przez roślinę następuje migracja SO₂ do korzeni, a następnie jej wydalenie do gleby. Doświadczenie wykonano za pomocą znakowanych atomów siarki [6].

Stwierdzono również, że rośliny są bardziej wrażliwe na SO₂ w dzień niż w nocy, a w czasie dnia w godzinach od 10 do 15. Przy niedużych koncentracjach SO₂ może działać jako inhibitor utleniania oddechowego.

Zabczyński [22] podaje, że rośliny uprawne przebywające w środowisku zanieczyszczonym dwutlenkiem siarki zawierają w liściach zwiększoną ilość siarczanów, siarki ogólnej i popiołu.

Zanieczyszczona atmosfera tlenkami siarki wpływa również niekorzystnie na rozwój mikroorganizmów, w tym na niektóre patogeny roślinne. Między innymi Przybylski [16] zaobserwował tylko sporadyczne porażenie liści jabłoni przez parcha jabłoniowego (*Venturia inaequalis*

Aderh) na odmianach Mc Intosh i Boiken w sadach zlokalizowanych w odległości 0,5 km od Zakładów Przetwórczych Siarki, podczas gdy na jabłoniach rosnących powyżej 3,0 km od zakładów nasilenie tej choroby było dość wysokie. Zjawisko to potwierdzone zostało później przez Saundersa, który stwierdził również wstrzymanie rozwoju takich chorób roślin uprawnych jak: *Botritis cinerea* Pers. przy koncentracji SO_2 w ilości 15 ppm, *Phytophthora infestans* de Bary przy 6 ppm oraz *Didymella macrospora* Kleb. przy zawartości SO_2 w powietrzu w ilości 150 ppm. O niekorzystnym wpływie dwutlenku siarki na zwierzęta sygnalizują Jarzębski [10], Dumont [8], Van Raay, którzy omawiają negatywne skutki zanieczyszczonej atmosfery na zwierzęta hodowlane oraz zwierzęną łowną.

Duży niepokój budzą doniesienia na temat strat w leśnictwie wywołanych przez SO_2 . Keller [11] podaje przykład szkód wyrządzonych w lesie na obszarze ok. 40 tys. ha przez SO_2 przy stałej koncentracji 0,5 ppm. Ten sam autor podaje, że w NRD wskutek emisji zanieczyszczeń przemysłowych zniszczono ok. 200 tys. ha lasów. W rejonie huty aluminium w miejscowości de Lacg w 1960 r. uległo zniszczeniu 4000 ha upraw leśnych [18].

Również Seoanez [17] wspomina o dużych szkodach wyrządzonych w lasach w północnych rejonach Hiszpanii przez zanieczyszczenie przemysłowe. Sytuacja w naszym kraju w tym zakresie nie jest również korzystna. Ogólna powierzchnia środowisk leśnych podlegająca ujemnym wpływom zanieczyszczonego powietrza w Polsce w 1967 r. wyniosła 165 850 ha [21]. W rejonie Zagłębia Siarkowego znajduje się ponad 5000 ha lasów pod systematycznym oddziaływaniem skażonego powietrza związkami siarki [12]. W tej sytuacji coraz większą uwagę zwraca się na lasy nie tylko z punktu widzenia ich znaczenia gospodarczego, ale i ochronnego. Szczególnie korzystne znaczenie dla środowiska przypisuje się dużym strefom leśnym otaczającym ośrodki przemysłowe i skupiska ludzkie [11, 13].

Dużo uwagi poświęcają badacze ujemnym skutkom oddziaływania związków siarki na glebę. Siuta stwierdził, że pyły siarki elementarnej, które dostają się do gleby podlegają utlenieniu do SO_3 , który łącząc się następnie z wodą daje kwas siarkowy. Zakwaszone środowisko ogranicza rozwój mikroorganizmów glebowych i stwarza niekorzystne warunki do pobierania przez rośliny składników pokarmowych z gleby. Kwas siarkowy przyczynia się również do rozpuszczania niektórych trudno rozpuszczalnych substancji mineralnych, w wyniku czego wyzwalane są takie substancje toksyczne jak: siarczki, nadmiar manganu, glinu i żelaza.

Również Sierpiński wspomina o zatrutowaniu gleby w lasach przez związki siarki, co prowadzi do osłabienia rozwoju drzew a nawet ich całkowitego ginięcia z powodu zachwiania równowagi jonowej w środowisku glebowym.

Przeprowadzone badania właściwości gleb w rejonie Kopalni i Zakładów Przetwórczych Siarki wykazały ich silne zakwaszenie oraz dewastację aktywności biologicznej. Nastąpiły zmiany w ogólnej liczebności bakterii i promieniowców, grzybów i azotobaktera [1, 12].

Przedstawione niektóre zagadnienia związane z wpływem związków siarki na żywe organizmy świadczą o wadze problemu, jaki został postawiony przed współczesną ekologią. Badania prowadzone w tym zakresie winny być nie tylko nadal kontynuowane ale i poszerzone.

LITERATURA

- [1] Adamczyk Z., Król A. — *Zmiany chemicznych i biologicznych właściwości gleb pod wpływem oddziaływania przemysłu azotowego i siarkowego*. Materiały I Ogólnopolskiego Sympozjum „Ekologiczne aspekty chemizacji” Łódź, 1972.
- [2] Beaver R. — *Le cout des effets de la pollution atmosphérique*. Pollution Atmosphérique, nr 56, Paris, s. 339—349, 1972.
- [3] Berindan C. — *Interrelation pollution atmosphérique et espaces verts en tant que principe protecteur des villes industrielles* — Pollution Atmosphérique nr 43, Paris, s. 143—152, 1972.
- [4] Chollet R., Pilet P. E. — *Action du fluor et du sulfite sur les aiguilles du Pinus silvestris*. Institute de Biologie et de Physiologie Végétales, Université de Lousanne (Suisse), s. 18—27, 1968.
- [5] Cormis L. — *La pollution de l'air et les végétaux*. Les nuisances dans les activités rurales. Paris, s. 81—85, 1971.
- [6] Cormis L., Cantuel J., Bonte J. — *Contribution à l'étude de l'absorption du soufre*, Pollution Atmosphérique nr 44, Paris, s. 195—202, 1969.
- [7] Detrie J. P. — *L'établissement des limites tolerables a l'emission et dans l'environnement*. Pollution Atmosphérique. nr special, Paris, s. 53—60, 1969.
- [8] Dumont J. J., Folz J. M. — *Le cout des effets de la pollution atmosphérique*. Pollution Atmosphérique nr 56, Paris, s. 339—349, 1972.
- [9] Dziennik Ustaw PRL Nr 42 z 28 października 1966 roku.
- [10] Jarzębski St. — *Wpływ przemysłu na środowisko*. Materiały na Sympozjum I Ogólnopolskiego Przeglądu Filmów „Człowiek i jego środowisko” Katowice, s. 19—31, 1972.
- [12] Keller T. — *Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die Vegetation*, Berichte Rapports Nr 67, Eidgenossische Anstalt für das Forstliche Versuch. Swisen, s. 161—168, 1971.
- [12] Król A. — *Wpływ Tarnobrzeskiego Zagłębia na lasy*. Aura, nr 2 s. 7—8, 1974.
- [13] Lesinski J. — *Lasy ochronne*. Aura nr 1, s. 6—9, 1974.
- [14] Pellissier M. — *La pollution atmosphérique est ses effets sur la végétation*. Service de protection de l'environnement du Gouvernement du Québec et de L'université du Québec, s. 11—40, 1972.
- [15] Saunders J. W. — *Effects of Atmospheric Pollution on Leaf Surface Microflora*, Pollution Research Unit, University of Manchester, Pestic. Sei. 4, 589—595 1973.
- [16] Przybylski Z. — *Resultats d'observations relatives à l'influence des gaz et vapeurs de soufre sur les arbres fruitiers arbustres et arthropodes aux alentours des usines et mines de soufre dans la region de Tarnobrzeg*. Environmental Pollution, 6, s. 67—74, England, 1974.
- [17] Seoanez M. C. — *La contaminacion atmosferica y la vegetation*. s. 13—111, Madrid, 1972.
- [18] Syrota J. — *Les effets de la pollution atmosphérique sur la vegetation*. Pollution Atmosphérique Nr special. chapitre IV, s. 79—82, 1972.
- [19] Ternisen J. A. — *Les Pollutions ent leurs effets*. La Science Vivants, Pres-ses Universitaires de France, s. 163—171, 1971.
- [20] Weinman M. — *La pollution par l'atmosphère*. Les contaminants involon-taires des denrées, Strassbourg, s. 1—9, 1965.
- [21] Więckowski St. — *Problem wpływu pyłów i gazów przemysłowych na biocenozy leśne i jego znaczenie dla ochrony zdrowia człowieka*. Wiadomości Ekologiczne, t. XVII. z. 3, s. 270—283, 1971.
- [22] Ząbczyński St. — *Wpływ zanieczyszczenia powietrza na gleby i kształto-wanie się produkcji rolniczej*. Roczniki Nauk Rolniczych nr 5, s. 2—18. 1970.

ZASTOSOWANIE METODY ACETYLENOWEJ DO OZNACZANIA AKTYWNOŚCI WIĄZANIA AZOTU ATMOSFERYCZNEGO

Podstawową rolę w uzupełnianiu zasobów azotu w ekosystemie glebowym w naturalnych warunkach spełnia wiązanie azotu atmosferycznego. To naturalne zwiększanie zasobów azotowych ma charakter biologiczny i przeprowadzane jest przez drobnoustroje. Wiadomo, że w przyrodzie powietrze jest magazynem azotu, który stanowi 79% sumy wszystkich gazów wchodzących w skład atmosfery.

Jednakże nieliczne tylko organizmy żywe mogą korzystać z tych rezerw. Zdolność wiązania azotu atmosferycznego mają bakterie żyjące w glebie i wodzie oraz glony. Bakterie mogą rozwijać się jako wolnożyjące asymilatory azotu cząsteczkowego np. *Azotobacter*, *Clostridium*, *Arthrobacter* oraz liczne oligonitrofile; mogą też wiązać azot w układach symbiotycznych. Najbardziej klasycznym przykładem jest symbioza rodzaju *Rhizobium* z roślinami motylkowymi. Ze zjawiskiem wytwarzania brodawek korzeniowych przez bakterie spotykamy się także u roślin nie-motylkowych. Na korzeniach drzew i krzewów z rodziny *Betulaceae*, *Elaeagnaceae*, *Rhamnaceae* tworzą się narośla korzeniowe wytwarzane przez promieniowce. Obecność bakterii wiążących wolny azot stwierdzono również w brodawkach powstających na liściach niektórych roślin tropikalnych np. u rodzajów *Ardisia*, *Pavetta*, *Psychotria*.

Dużą rolę przy wiązaniu azotu mogą odgrywać również niektóre glony, zwłaszcza, gdy występują licznie znajdując odpowiednie warunki do swego rozwoju.

Wolnożyjące mikroorganizmy glebowe wiążą różne ilości azotu w zależności od rodzaju gleby, warunków klimatycznych i uprawianych roślin. W naturalnych warunkach wydajność wiązania N_2 ograniczona jest często niedoborem węgla organicznego, o który drobnoustroje wiążące azot z powietrza muszą konkurować z innymi mikroorganizmami żyjącymi w glebie. Doświadczenia przeprowadzone na różnych glebach wykazały, że ilości te kształtują się od 0,05 kg N/ha/rok na piaskach do 93 kg N/ha/rok w strefie korzeniowej niektórych traw tropikalnych (tab. 1). Bardzo często badania niesymbiotycznego wiązania azotu w glebie nie wykazywały żadnej, bądź bardzo niską aktywność wiązania N_2 jeśli gleba nie została wzbogacona w dodatkowe źródło energii [6, 22, 33].

Aktywniejsza redukcja azotu była zawsze związana z systemem korzeniowym roślin [13, 15, 34, 35, 41] i warunkami beztlenowymi [6, 15, 22, 33, 50]. Bardzo wysoką aktywność wiązania azotu cząsteczkowego (często 10-krotnie wyższą) stwierdzano na zalanych wodą polach ryżowych. Jak wykazuje tab. 2 wielkości te sięgały nawet do 584 g N/m²/rok. Współudział w wiązaniu azotu w przypadku pól ryżowych mają sinice i glony intensywnie rozwijające się w wodzie pokrywającej te pola [30,

Tabela 1

Ilości dostarczonego glebie azotu związanego na drodze biologicznej, oznaczonego metodą redukcji acetyleny do etyleny

Badane układy wiążące azot	g N/m ² /rok	Autorzy
Różne gleby uprawne	0,18—9,12	Hardy i in. [19]
Gleba mineralna (<i>Agathis australis</i>)	0,4	Silvester, Bennett [41]
Gleby kalifornijskie	0,2	Vlassak i in. [50]
Piaski kanadyjskie	0,005—0,02	Stutz, Bliss [47]
Czarnoziem australijski (z dod. cukrów; 68% wilg.)	1,2	Okafor, Mac Rae [33]
Czarnoziem australijskie (z dod. cukrów; 38% wilg.)	0,068	Okafor Mac Rae [33]
Gleba pod kukurydzą	0,3	Balandreau, Dommergues [1]
Gleba ryzosferowa (<i>Agathis australis</i>)	1,3	Silvester, Bennett [41]
Ryzosfera kukurydzy	do 0,12	Raju i in. (35)
Łąka rajgrasowa	0,29	Balandreau i in. [2]
Naturalne użytki zielone	1,0	Balandreau, Dommergues [1]
Naturalne łąki kanadyjskie	0,2	Paul i in. [34]
Naturalne łąki kalifornijskie	0,25—0,4	Vlassak i in. [50]
Łąki o różnej wilgotności	0,02—0,6	Stutz, Bliss [47]
Ryzosfera traw tropikalnych	do 6,7	Döbereiner i in. [13]
Ryzosfera <i>Paspalum notatum</i>	1,5—9,3	Döbereiner i in. [15]

1 gN/m²=10 kg N/ha

51]. Uważa się, że ryż można uprawiać nie stosując nawozów azotowych. Tak wysokie wiązanie azotu jak na polach ryżowych ogranicza się tylko do specyficznych warunków środowiska.

Symbiotyczne wiązanie azotu nie jest ograniczone brakiem źródeł energii a mikrosymbionty są zabezpieczone od organizmów konkurencyjnych. Liczne badania wykazały, że rozmiary aktywności symbiotycznego wiązania azotu u różnych roślin motylkowych mieszczą się w różnych

Tabela 2

Aktywność wiązania azotu cząsteczkowego na polach ryżowych, oznaczona metodą redukcji acetyleny do etyleny

	Ilości związanego N ₂ w g/m ² /rok	Autorzy
Pola ryżowe	8—10	Balandreau i in. [1, 2]
Pola ryżowe	0,6—10,3	Yoshida, Ancajas [54]
Strefa korzeniowa ryżu	14,0	Yoshida [cat. za 2]
Pole ryżowe z glonami	18—24	Rinaudo i in. [36]
Ryzosfera ryżu	103—584	Rinaudo [38, 37]
Gleba spod ryżu (z dodatkami i bez)	131—365	Kalińska [24]

1 gN/m²=10 kg N/ha

granicach (tab. 3). Średnia ilość azotu wiązana przez rizobia współżyjące z roślinami wynosi ok. 150 kg N/ha/rok. Przyjmuje się [cyt. za 28], że w plonach roślin motylkowych ok. $\frac{2}{3}$ azotu pochodzi z asymilacji N_2 a reszta pobierana jest z gleby. Stwierdzono jednak, że w optymalnych warunkach rozwoju i przy małych dawkach azotu mineralnego koniczyna, groch, łubin i lucerna zdolne są przyswajać z powietrza nawet 80—90%

Tabela 3

Ilości azotu wiązane przez rizobia
(za Marszewską-Ziemięcką, 1969)

Rhizobium współżyjące z	Azot związany (kg/ha/rok)
Lucerną	100—300
Koniczyną	60—260
Grochem	80—140
Wyką	80—150
Łubinem	145—260
Soją	60—165

azotu [30]. Na rozwój roślin motylkowych i symbiozę z nimi bakterii duży wpływ posiada zawartość azotu mineralnego w glebie. Wiadomo, że efekt wiązania azotu atmosferycznego jest większy na glebach ubogich w azot mineralny. Wprowadzenie do gleby większych dawek azotu mineralnego na ogół hamuje rozwój symbiozy [17, 25, 28].

Mechanizm wiązania azotu przez organizmy wolnożyjące nie różni się zasadniczo od mechanizmu wiązania azotu przez organizmy symbiotyczne. Różnice polegają głównie na różnym pochodzeniu substratów energetycznych.

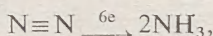
Dla właściwego określenia aktywności wiązania azotu z powietrza duże znaczenie ma dobór metod. Badanie tego procesu przez oznaczanie zmian zawartości azotu metodą Kjeldahla jest mało skuteczne, ponieważ nie pozwala odróżnić azotu związanego z atmosfery od azotu pochodzącego z innych źródeł. Taką możliwość daje stosowanie ciężkiego izotopu azotu. Metoda ta jest jednak bardzo kosztowna i wymaga specjalnej aparatury. Próbkę w których chcemy oznaczyć wiązanie azotu cząsteczkowego inkubujemy w atmosferze $^{15}N_2$. Po określonym czasie ekspozycji inaktywuje się próby w celu przerwania wiązania azotu i przeprowadza analizę zawartości ^{15}N za pomocą spektrometru masowego.

Obecnie powszechnie stosuje się metodę acetylenową, która jest prosta, szybka i znacznie od poprzedniej tańsza. W metodzie tej wykorzystano niespecyficzność kompleksu enzymatycznego biorącego udział w biologicznym wiązaniu azotu. Kompleks ten zwany nitrogenazą redukuje $N_2 \rightarrow 2NH_3$. W reakcji tej biorą ponadto udział ATP, kationy metali dwuwartościowych i odpowiednie reduktory. Nitrogenaza w obecności dawców elektronów może również redukować: podtlenek azotu ($N_2O \rightarrow N_2 + H_2O$), acetylen ($C_2H_2 \rightarrow C_2H_4$), cyjanki ($HCN \rightarrow CH_4 + NH_3$), nitryle ($RCN \rightarrow RCH_3$), izonitryle ($RNC \rightarrow CH_4 + C_2H_4 + C_2H_6 + C_3H_8$ itd.). W praktyce jednak wykorzystana została zdolność nitrogenazy do redukcji acetylenu

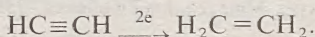
do etylenu, który nie wykazuje tak silnych właściwości toksycznych jak cyjanki, nityle czy izonityle.

Pierwsze prace w których obserwowano redukcję acetylenu do etylenu przy udziale nitrogenazy pochodzą z lat 1966/67 [10, 40]. Równocześnie Hardy i Knight [18] wykorzystali te reakcje jako metodę oznaczania aktywności nitrogenazy w procesie wiązania azotu.

Do zredukowania jednej cząsteczki azotu potrzeba 6 elektronów



natomiast redukcja acetylenu do etylenu wymaga 2 elektronów



Teoretyczny stosunek zredukowanego C_2H_2 do związanego N_2 , wynikający ze stechiometrycznego przeliczenia wynosi 3. W praktyce stosunek ten często znacznie odbiega od teoretycznej wartości (tab. 4), a po-

Tabela 4

Stosunek zredukowanego $\text{C}_2\text{H}_2:\text{N}^{15}$ w różnych układach doświadczalnych

Badany układ wiążący azot	$\text{C}_2\text{H}_2:\text{N}^{15}$	Autorzy
<i>Azotobacter</i> sp.	4	Hardy R. W. i in. [20]
<i>Klebsiella aerogenes</i>	$1,5 \pm 0,4$	Bergersen F. J. [5]
Brodawki korzeniowe <i>Myrica asplenifolia</i>	$3,14 \pm 0,30$	Fessenden R. J. [16]
Brodawki korzeniowe fasoli	4,75	Mac Rae J. G. [26]
Gleba z dodatkiem 5% glukozy	2,5	Vlassak K. i in. [50]

nadto może się zmieniać wraz z warunkami doświadczenia. Otrzymywanie niższej niż teoretyczna wartości stosunku zredukowanego C_2H_2 do N_2 może być spowodowane toksycznym działaniem acetylenu na mikroorganizmy wiążące azot, zwłaszcza gdy pozostają one zbyt długo pod działaniem tego gazu. Uzyskanie wartości wyższych od przewidywanej można tłumaczyć wyeliminowaniem przemian wodoru gdy substratem jest acetylen. Przy redukcji N_2 , który ma mniejsze powinowactwo do nitrogenazy niż acetylen część wzbudzonych elektronów jest zużywana do redukcji wodoru [20]. Wodór cząsteczkowy jest wyraźnym inhibitorem wiązania N_2 , lecz nie wpływa na powstawanie etylenu z acetylenu [20]. Do porównywania różnych układów lub do ilościowych oznaczeń wskazana jest dla każdego doświadczenia kalibracja badanych prób za pomocą ^{15}N , tzn. wyznaczanie współczynnika przeliczeniowego. Wielu jednak badaczy w przeliczeniach swych posługiwało się teoretyczną wartością współczynnika zamiany. Jak już wspomniano acetylen wykazuje większe powinowactwo do nitrogenazy niż azot atmosferyczny. Jeżeli substratem jest acetylen, to do pełnej wydajności enzymu potrzebne jest niższe stężenie tego gazu. Stała Michaelisa dla redukcji acetylenu równa jest stężeniu, któremu odpowiada ciśnienie 0,006 atm. Ta sama wartość dla azotu cząsteczkowego wynosi 0,095 atm. [7, 20]. Ponadto acetylen już w bardzo niskich stężeniach hamuje redukcję azotu. Przy ciśnieniu C_2H_2 0,041 atm. nie stwierdza się już wiązania azotu. Natomiast obecność N_2 nie wpływa na redukcję acetylenu [7, 20].

Nitrogenaza jest enzymem kompleksowym i może mieć różny charakter. Na przykład acetylen wykazuje inne powinowactwo do nitrogenazy izolowanej z mikroorganizmów hodowanych na podłożu, w którym molibden został zastąpiony przez wanad. Interesujące jest, że powinowactwo nitrogenazy do N_2 w tych warunkach nie ulegało zmianie [20].

Metoda acetylenowa jest coraz częściej stosowana w badaniach laboratoryjnych i terenowych. Została ona przystosowana do analiz różnych układów wiążących azot, takich jak: preparaty nitrogenazy, hodowle bakterii lub glonów, układy symbiotyczne roślina — drobnoustroje, próbki glebowe, ryzosferowe czy wodne. Metodyka badań wiązania N_2 w tych wszystkich przypadkach jest podobna. Pobrane próbki inkubuje się z acetylenem w różnego rodzaju naczyniach szczelnie zamkniętych korkami gumowymi, przez które za pomocą strzykawki wprowadza się i pobiera gazy [8, 19, 29, 44, 48, 49]. Analizę pobranych gazów przeprowadza się w chromatografii gazowej.

Stwierdzono, że preparaty nitrogenazy, a także organizmy beztlenowe wymagają do redukcji C_2H_2 warunków beztlenowych. Przy badaniu tych systemów powietrze w komorze inkubacyjnej zastępowano argonem lub helmem. Organizmy tlenowe wymagają do życia dostępu tlenu, dlatego inkubacje tlenowców przeprowadzano w atmosferze argonu i tlenu w stosunku 78 : 22. Redukcje C_2H_2 przez organizmy fotosyntetyzujące mierzone wprowadzając do komór inkubacyjnych oprócz argonu i tlenu dodatkowo 0,04% CO_2 [19, 29, 33, 41]. Przy badaniu próbek glebowych zastąpienie powietrza w naczyniach inkubacyjnych mieszaniną argonu i tlenu lub samym argonem nie wpływało na redukcję acetyleny. Niektóre doświadczenia wykazały jednak, że przy wyższych stężeniach tlenu (rzędu 0,1—0,4 atm.) obserwuje się ujemny wpływ tego gazu na tworzenie etylenu, zwłaszcza przy dłuższej inkubacji [41].

Różni autorzy stosowali bardzo różne ciśnienie parcjalne C_2H_2 w naczyniach inkubacyjnych. Wahało się ono od wartości tak niskich jak 0,005 atm. [5], do tak wysokich jak 0,7 atm [44]. Najczęściej jednak dodawany C_2H_2 stanowił około 10% fazy gazowej komory inkubacyjnej [2, 4, 6, 9, 11, 12, 24, 29, 32, 34, 41, 48]. Inkubacje przeprowadzono w temperaturze nie przekraczającej na ogół 20—35°C.

Dodatni wpływ światła na redukcję acetyleny wykazano w doświadczeniach z glonami [31, 45, 46], porostami [39], a także przy określaniu zdolności wiązania azotu przez brodawki korzeniowe [3, 29, 46]. Stwierdzono, że mikroorganizmy fotosyntetyzujące bardzo szybko reagowały na zmniejszoną ilość światła, zmniejszoną aktywnością nitrogenazy co związane było z osłabioną fotosyntezą u tych organizmów. Badając redukcję C_2H_2 w próbkach glebowych sygnalizowano dodatni wpływ światła w układach, w których poważną rolę odgrywały glony. Dotyczyło to więc głównie wierzchniej warstwy gleby [33, 46]. Światło wpływało również dodatnio na redukcję C_2H_2 w ryzosferze roślin wyższych, co tłumaczy się wpływem tego czynnika na ilość i skład wydzielin korzeniowych [11].

Redukcji acetyleny sprzyja też podniesienie wilgotności gleby [20, 33, 50, 53], a także dodatek materiału energetycznego [21, 33], gdyż czynniki te wpływają na rozwój tlenowych i beztlenowych wolnożyjących drobnoustrojów wiążących azot cząsteczkowy.

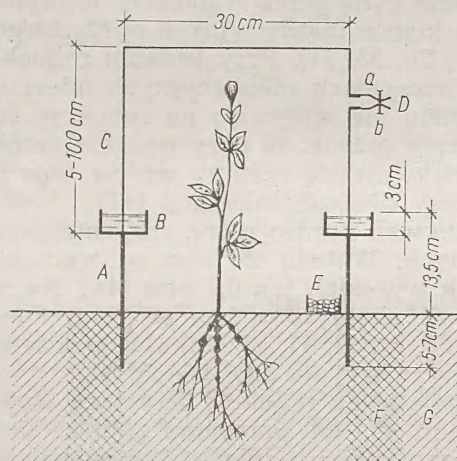
Wpływ na redukcję acetyleny mają także nieorganiczne związki azotu [10, 20, 27]. Mikroorganizmy hodowane na pożywkach zawierających jony amonowe w ogóle nie syntetyzują enzymów biorących udział w wią-

zaniu N_2 . Amoniak działa także jako inhibitor aktywności tych enzymów [20]. Już stężenie $1-2 \mu\text{g N-NH}_4/\text{g}$ lub $7-10 \mu\text{g N-NO}_3/\text{g}$ gleby zmniejsza ilość zredukowanego w jednostce czasu acetyleny [23].

Czas trwania inkubacji, ze względu na toksyczne działanie C_2H_2 powinien być krótki i nie przekraczać $30-60$ min. [1, 9, 29, 33, 44]. Dla niektórych układów wiążących N_2 stosowano również wielogodzinne, a nawet kilkudniowe inkubacje [12, 21, 27, 32, 39, 49, 52]. Jednak długi okres inkubacji prób z acetylenem może być przyczyną otrzymania błędnych wyników [7]. Natomiast analizę gazów przeniesionych z komory inkubacyjnej do szczelnie zamkniętych naczyń można przeprowadzać bezpośrednio po pobraniu próbki gazowej lub też po przechowaniu jej przez pewien czas [1].

Przy przenoszeniu prób glebowych z pola do naczyń inkubacyjnych narusza się zazwyczaj układ gleby i w związku z tym może się zmienić jej zdolność wiązania N_2 .

Balandreau i Dommergues [1] zaproponowali komorę inkubacyjną do doświadczeń *in situ*, składającą się z metalowego cylindra nakrytego przezrystym naczyniem lub workiem polietylenowym z doczepionym węzłem gumowym służącym do pobierania prób gazowych (rys. 1). Inku-



Rys. 1. Schemat urządzenia do badania aktywności nitrogenazy metodą $C_2H_2-C_2H_4$ *in situ* [1]

A — metalowy pieścion wbity w glebę na głębokości $5-7$ cm, B — rynienka z wodą dla zapewnienia gazoszczelności połączenia (pierścienia z klozem), C — przezroczysty kloz dopasowany do rynienki; wysokość kloza uwarunkowana wielkością roślin, D — otwór wprowadzający, zaopatrzony w a — gumowy węz i b — zaciskacz, E — naczynie z $CaC_2 + H_2O$, F — gleba dodatkowo nawilżona wodą, G — gleba nienawilżona (dodatkowo) wodą

bacje przeprowadza się w powietrzu, bez uprzedniej wymiany gazów. Acetylen natomiast jest wytwarzany z karbidu (CaC_2) wewnątrz komory [1, 2]. Zastosowanie tego urządzenia pozwala nie tylko na zmierzenie aktualnego nasilenia stopnia wiązania azotu cząsteczkowego w danej glebie, lecz również na prześledzenie dobowych zmian aktywności nitrogenazy w glebie zarówno w obecności roślin jak i bez nich.

Aktywność wiązania N_2 wyraża się w molach C_2H_4 wytwarzanego przez określoną jednostkę systemu redukującego w jednostce czasu (np.

2 μ mole C_2H_4 /100 g św. gleby/godz.; 1600 nmoli C_2H_4 /roślinę /dzień; itp.), albo w molach związanego N_2 , przyjmując, że stosunek zredukowanego C_2H_2 do związanego N_2 równa się teoretycznej wartości 3. Jednorazowa analiza aktywności wiązania N_2 metodą redukcji acetylenu do etylenu nie może być miarodajnym wskaźnikiem ilości azotu dostarczonego glebie na drodze biologicznego wiązania w ciągu sezonu czy roku. Aktywność wiązania azotu atmosferycznego w sezonie ulega bowiem zmianom i dlatego roczne bądź sezonowe obliczenia powinny opierać się na pomiarach przeprowadzanych w ciągu kilku dni, tygodni a nawet sezonów. Dane uzyskane z literatury pozwalają na przytoczenie licznych przykładów oznaczania ilości dostarczonego glebie azotu związanego na drodze biologicznej i oznaczonego opisaną wyżej metodą (tab. 1).

Podstawową wadą metody acetylenowej jest wspomniana już toksyczność acetylenu w stosunku do niektórych mikroorganizmów np. *Clostridium*, które jest szczególnie wrażliwe [7]. Wykazano także toksyczny wpływ tego gazu na mikroflorę celulolityczną. Przy dłuższym działaniu C_2H_2 na glebę obserwowano w niej spadek liczebności tych grup mikroorganizmów, a także zahamowanie rozkładu błonnika [50]. Zwrócono także uwagę na możliwość sorpcji i degradacji C_2H_2 lub C_2H_4 przez glebę [43, 52, 55]. W złożonych systemach mogą także znaleźć się grupy mikroorganizmów produkujące etylen [42, 55]. Dlatego wskazane jest równoległe stawianie prób kontrolnych bez acetylenu. Jak już wspomniano, nie ma również doświadczalnej zgodności co do wartości współczynnika zamiany C_2H_2/N_2 [5, 14, 19, 29, 40, 41].

Metoda redukcji acetylenu do etylenu jest jednak bardzo prosta, szybka, czuła i pozwala na wykonanie wielu analiz w bardzo krótkim czasie. Ma również i tę zaletę, że w procesie redukcji acetylenu powstaje tylko etylen a pobrany do analizy produkt gazowy może być przechowywany nawet przez długi czas w temperaturze otoczenia nie ulegając zmianom. Jak już wspomniano, pozwala ona także na oddzielenie azotu atmosferycznego od azotu pochodzącego z innych źródeł, przez co jest szczególnie przydatna do pracy polowej. Metoda ta posiada dużą wartość porównawczą dla określania wpływu różnych czynników na aktywność nitrogenazy w tych samych organizmach czy zespołach. Przede wszystkim zaś pozwala ona oceniać i porównywać zdolność badanych obiektów do wiązania azotu cząsteczkowego z powietrza.

LITERATURA

- [1] Balandreau J. P., Dommergues Y., — *Assaying nitrogenase (C_2H_2) activity in the field*. Bull. Ecol. Res. Comm., Stockholm, 17, 247—254, 1973.
- [2] Balandreau J. P., Rinaudo G., Ibtissam Fares-Hamad, Dommergues Y., — *N_2 fixation in paddy soils*. Odbitka pracy otrzymana od autora, bez danych bibliograficznych, 1974.
- [3] Balandreau J. P., Millier C. R., Dommergues Y., — *Diurnal variations of nitrogenase activity in the field*. Appl. Microbiol., 27, 662—665, 1974.
- [4] Becking J. H., — *The physiological significance of the leaf nodules of Psychotria*. Plant and Soil, sp. vol.: 361—374, 1971.
- [5] Bergersen F. J., — *The quantitative relationships between nitrogen fixation and the acetylene reduction assay*. Austr. J. Biol. Sci., t. 23, nr 15, 1015—1025, 1970.

- [6] Brouzes R., Mayfield C. I., Knowles R. — Effect of oxygen partial pressure on nitrogen fixation and acetylene reduction in a sandy loam soil amended with glucose. *Plant and Soil* sp. vol.; 481—484, 1971.
- [7] Brouzes R., Knowles R. — Kinetics of nitrogen fixation in a glucose amended, anaerobically incubated soil. *Soil Biol. Biochem.*, t.5, 2, 223—229, 1973.
- [8] Campbell N. E. R., Evans H. J., — Use of Pankhurst tubes to assay acetylene reduction by facultative and anaerobic nitrogen — fixing bacteria. *Can. J. Microbiol.*, 15, 1342—1348, 1969.
- [9] Dart P. J., Day J. M., — Effects of incubation temperature and oxygen tension on nitrogenase activity of legume root nodules. *Plant and Soil*, sp. vol., 167—184, 1971.
- [10] Dilworth M. J. — Acetylene reduction by nitrogen-fixing preparations from *Clostridium pasteurianum*. *Biochim. Biophys. Acta*, 127, 285—294, 1966.
- [11] Dommergues Y., Balandreau J., Rinaudo G., Weinhard P. — Non symbiotic nitrogen fixation in rhizospheres of rice, maize and different tropical grasses. *Soil Biol. Biochem.*, t. 5, 1: 83—89, 1973.
- [12] Döbereiner J., Day J. M., Dart P. J. — Nitrogenase activity and oxygen sensitivity of the *Paspalum notatum* — *Azotobacter paspali* association. *J. Gen. Microbiol.*, 71, 103—116, 1972.
- [13] Döbereiner J., Day M. J., Dart P. J. — Nitrogenase activity in the rhizosphere of sugar cane and some other tropical grasses. *Plant and Soil*, 37, 191—196, 1972.
- [14] Döbereiner J., Day J. M., Dart P. J. — Rhizosphere associations between grasses and nitrogen-fixing bacteria: effect of O_2 on nitrogenase activity in the rhizosphere of *Paspalum notatum*. *Soil Biol. Biochem.*, 5: 157—159, 1973.
- [15] Döbereiner J., Day J. M., Dart P. J. — Fixação do nitrogênio na rizosfera de *Paspalum notatum* e da cana-de-açúcar. *Pesq. agropec. bras.*, Ser. Agron., 8, 153—157, 1973.
- [16] Fessenden R. J., Knowles R., Brouzes R. — Acetylene — ethylene assay studies on excised root nodules of *Myrica asplenifolia* L. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 37: 893—898, 1973.
- [17] Gołębiowska J. — *Mikrobiologia rolnicza*. PWRiL Warszawa, 1975.
- [18] Hardy R. W., Knight E. — ATP dependent reduction of azide and HCN by N_2 -fixing enzymes of *Azotobacter vinelandii* and *Clostridium pasteurianum*. *Biochim. Biophys. Acta*, 139, 69—90, 1967.
- [19] Hardy R. W., Holsten R. D., Jackson E. K., Burns R. C. — The acetylene-ethylene assay for N_2 fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiol.*, 43, 1185—1207, 1968.
- [20] Hardy R. W., Burns R. C., Holsten R. D. — Application of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. *Soil Biol. Biochem.*, 5, 47—81, 1973.
- [21] Hauke-Paciewicz T. — Oznaczenie aktywności nitrogenazy w próbkach gleby z pól doświadczalnych w Turwi i z Poznańskiego Ogrodu Botanicznego. Nie publikowane.
- [22] Knowles R. — The significance of nonsymbiotic nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 29, 223, 1965.
- [23] Knowles R., Denike D. — Effect of ammonium-, nitrite-, nitrate-nitrogen on anaerobic nitrogenase activity in soil. *Soil Biol. Biochem.*, 6, 353—358, 1974.
- [24] Kalinińska T. A., Rao W. R., Wołkowska T. N., Ippolitow Ł. T. — Opredelenie azotofiksującej aktywności poczwuy, zanęzanej pod posewami ryśa, pri pomosci acetilennogo metoda. *Mikrobiologia*, 42, 481—485, 1973.
- [25] Kunicki-Goldfinger W. — *Życie bakterii*. PWN, Warszawa, 1975.
- [26] Mac Rae I. C. — Assessment of $C_2H_2:N_2$ molar ratios of detached *Phaseolus*

- vulgaris* nodules emission spectrometry for $N^{14}:N^{15}$ determinations. Soil Biol. Biochem., 7, 239—240, 1975.
- [27] Mac Rae I. C. — Effect of applied nitrogen upon acetylene reduction in the rice rhizosphere. Soil Biol. Biochem., 7, 337—338, 1975.
- [28] Marszewska-Ziemińska J. (red.) — *Mikrobiologia gleby i nawozów organicznych*, wyd. 2, Warszawa — PWRiL, 1969.
- [29] Mague T. H., Burris R. H. — Reduction of acetylene and nitrogen by field — grown soybeans. New Phytol., 71, 275—286, 1972.
- [30] Miszustin E. N., Kalinińska T. A., Szemachanowa N. M. — *Fiksacja molekularnego azota mikroorganizmami*. Izvestia Akademii Nauk SSSR, ser. biol., 6: 779—795, 1973.
- [31] Niewiarowska J. — *Problemy wiązania azotu przez sinice*. Postępy Mikrobiol., 13, 83—100, 1974.
- [32] Oghoghorie C. G. O., Pate J. S. — The nitrate stress syndrome of the nodulated field pea (*Pisum arvense* L.). Techniques for measurement and evaluation in physiological terms. Plant and Soil, sp. vol., 185—202, 1971.
- [33] Okafor N., Mac Rae I. C. — The influence of moisture level, light, aeration and glucose upon acetylene reduction by a black earth soil. Soil Biol. Biochem., 5, 181—186, 1973.
- [34] Paul E. A., Myers R. J. K., Rice W. A. — Nitrogen fixation in grassland and associated cultivated ecosystems. Plant and Soil, sp. vol., 495—507, 1971.
- [35] Raju P. N., Evans H. J., Seidler R. J. — An asymbiotic nitrogen — fixing bacterium from the root environment of corn. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 69, 3474—3478, 1972.
- [36] Rinaudo G., Balandreau J., Dommergues Y. — Algal and bacterial non-symbiotic nitrogen fixation in paddy soils. Plant and Soil, sp. vol., 471—479, 1971.
- [37] Rinaudo G., Dommergues Y. — Validité de l'estimation de la fixation biologique de l'azote dans la rhizosphère par la méthode de réduction de l'acétylène. Ann. Inst. Pasteur, 121, 93—99, 1971.
- [38] Rinaudo G. — Fixation biologique de l'azote dans trois types de sols de rizières de Côte d'Ivoire. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol, 11, 149—168, 1973.
- [39] Rychert R. C., Skujins J. — Nitrogen fixation by blue-green algae-lichen crusts in the Great Basin Desert. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 38, 768—771, 1974.
- [40] Schölhorn R., Burris R. H. — Acetylene as a competitive inhibitor of N_2 fixation. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S., 58, 213—216, 1967.
- [41] Silvester W. B., Bennett K. J. — Acetylene reduction by roots and associated soil of New Zealand conifers. Soil Biol. Biochem., 5: 171—179, 1973.
- [42] Smith K. A., Restall W. F. — The occurrence of ethylene in anaerobic soil. J. Soil Sci., 22, 430—443, 1971.
- [43] Smith K. A., Bremner J. M., Tabatabai M. A. — Sorption of gaseous atmospheric pollutants by soils. Soil Sci., 116, 313—319, 1973.
- [44] Spiff E. D., Odu C. T. I. — Acetylene reduction by *Beijerinckia* under various partial pressures of oxygen and acetylene. J. Gen. Microbiol., 78, 207—209, 1973.
- [45] Stewart W. D. P. — Nitrogen turnover in marine and brackish habitats I. Ann. of Botany. New Series, 29, 229—239, 1965.
- [46] Stewart W. D. P., Fitzgerald G. P., Burris R. H. — In situ studies of N_2 fixation using the acetylene technique. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S., 58, 2071—2078, 1967.
- [47] Stutz R. C., Bliss L. C. — Acetylene reduction assay for nitrogen fixation under field conditions in remote areas. Plant and Soil, 38, 209—213, 1973.

- [48] Sylvester-Bradley R. M., Döbereiner J., Holding A. J. — *Acetylene reduction technique: the effect of acetylene on ethylene uptake by soils and lake sediments*. Soil Biology, 19, 5—7, 1974.
- [49] Vlassak K. — *Short-term assay for measurements of nitrogenase activity of soils in a model system*. Biologie du Sol, 18, 5—7, 1973.
- [50] Vlassak K., Paul E. A., Harris R. E. — *Assessment of biological nitrogen fixation in grassland and associated sites*. Plant and Soil, 38, 637—649, 1973.
- [51] Watanabe A., Yamamoto Y. — *Algal nitrogen fixation in the tropics*. Plant and Soil, sp. vol., 403—413, 1971.
- [52] Yoshida T., Ancajas R. R. — *Nitrogen fixation by bacteria in the root zone of rice*. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 35, 156—158, 1971.
- [53] Yoshida T., Ancajas R. R. — *Nitrogen fixation activity in upland and flooded rice fields*. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 37, 42—46, 1973.
- [54] Yoshida T., Ancajas R. R. — *The fixation of atmospheric nitrogen in the rice rhizosphere*. Soil Biol. Biochem., 5, 153—155, 1973.
- [55] Yoshida T., Suzuki M. — *Formation and degradation of ethylene in submerged rice soils*. Soil Sci. Plant Nutr., 21, 129—135, 1975.

TERATOLOGIE U WIOŚLAREK (*CLADOCERA*)

Wszelkiego rodzaju zaburzenia w budowie u zwierząt, ze względu na swoją niepowtarzalność i dużą przypadkowość, stanowią zawsze interesujący obiekt badań i porównań. Okazy teratologiczne zostały już wielokrotnie opisane, praktycznie spośród wszystkich grup świata zwierzęcego. Najczęściej były to prace okazjonalne, powstałe na bazie schwymania lub złowienia niewielkiej ilości egzemplarzy odbiegających swoją budową od okazów normalnych. Badania eksperymentalne potworności, ze względu na bardzo trudną metodykę i niepewne wyniki nie są zbyt popularne [3, 11]. Mają one jednak pewne znaczenie teoretyczne i praktyczne dla poznania prawidłowych faz rozwoju organizmów oraz uchwycenia tych momentów w których teratologie mogą zastać zapoczątkowane. Przy śledzeniu ich powstawania, znacznie silniej uwypuklone zostają te właściwości rozwojowe, które z punktu widzenia poznania w porównaniu do osobników prawidłowo zbudowanych przebiegają odmiennym torem. Teratologia badana eksperymentalnie może mieć także pewne znaczenie w systematyce [15].

Na możliwość wystąpienia teratologii ma duży wpływ środowisko, a zwłaszcza jego fizyczne i chemiczne składniki. Szczególnie się to uwiadamia w środowisku wodnym. W obrębie jednej z grup zwierzęcych charakterystycznych dla tego środowiska — wioślarek (*Cladocera*), anomalie morfo-anatomiczne spotykane są stosunkowo często. Według Smirnova [13] częstość ich wynosi od 4 do 9% wszystkich łowionych osobników. Przy uwzględnieniu specyfiki mikroskopowego oznaczania tych zwierząt, nie jest wykluczone, że procent ten może być znacznie większy.

Przyczyny występowania anomalii w budowie zwierząt mogą być bardzo różne. Smirnov [14] uważa, że zwyrodnienia mogą mieć dwojakie pochodzenie: embrionalne lub o charakterze uszkodzeń mechanicznych w rozwoju postembrionalnym. Znacznie pełniejszą listę przyczyn powstawania teratologii podaje Stebnicka [15]. Według niej odchylenia anatomiczne zaliczane do potworności mogą być powodowane przez:

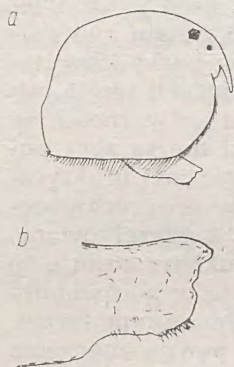
- 1) przyczyny o podłożu dziedzicznym — mutacje,
- 2) przyczyny mechaniczne, fizyczne i chemiczne o podłożu patologicznym zachodzące w różnych okresach rozwojowych z podziałem na:
 - a) bezpośrednie uszkodzenie tkanek i narządów,
 - b) zaburzenia chorobowe w procesach fizjologicznych,
- 3) uszkodzenie części ciała zaistniałe w trakcie życia osobniczego — przyczyny o podłożu mechanicznym, a nie patologicznym.

Do tej znacznie pełniejszej i dokładniejszej listy należy jeszcze dodać patologiczne działanie na rozwój embrionalny i osobniczy egzo- i endopasożytów.

Teratologiczne zmiany budowy u *Cladocera* najczęściej podawane są z najłatwiej zauważalnych miejsc, mających decydujące znaczenie przy

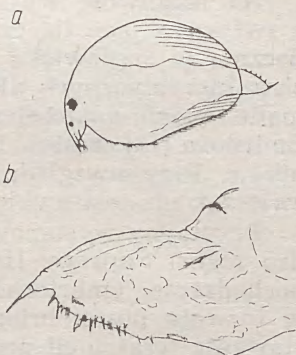
oznaczaniu: kształt ciała, budowa postabdomenu, pazurków końcowych, zębów analnych, zębów tylnego brzegu skorupki, kształtu głowy, rostrum i znacznie rzadziej z budowy anten I i II pary oraz budowy odnóży tułowiowych. Niektóre anormalności, obserwowane zwłaszcza pierwszy raz, mogą spowodować błędne oznaczenie badanego osobnika. Między innymi Müller [10] zmieniony okaz *Alona costata* Sars uznał za nowy dla nauki gatunek — *Phyxura rectirostris*. W porównaniu do okazów typowych, ten różnił się od nich innym (zwyrodniałym) kształtem postabdomenu i nietypowym zgrupowaniem kolcy analnych w jego dystalnej części.

Najczęściej u wioślarek (*Cladocera*) notowane są anomalie w budowie i kształcie oraz uzbrojeniu postabdomenu (rys. 1—4). Jest to całkowicie



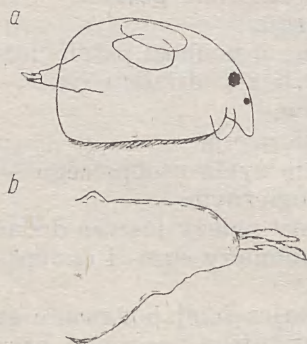
Rys. 1. Teratologiczne zmiany postabdomenu *Pleuroxus aruncus* (Jurine). Miejsce połowu — staw w parku im. Reymonta w Łodzi

a — wygląd ogólny (pow. 125 x), b — teratologiczny postabdomen (pow. 300 x)



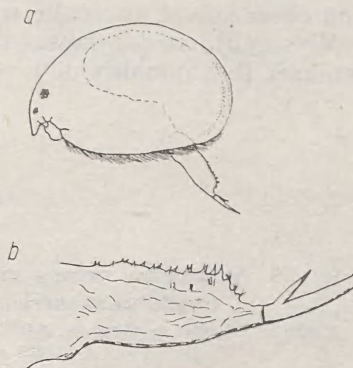
Rys. 2. Teratologiczne zmiany postabdomenu *Alona costata* G. O. Sars. Miejsce połowu — jezioro Wigry

a — wygląd ogólny (pow. 125 x), b — teratologiczny postabdomen (pow. 300 x)



Rys. 3. Teratologiczne zmiany postabdomenu *Alona guttata* G. O. Sars. Miejsce połowu — staw w parku im. Reymonta w Łodzi

a — wygląd ogólny (pow. 125 x), b — teratologiczny postabdomen (pow. 300 x)



Rys. 4. Teratologiczne zmiany postabdomenu *Alona tenuicaudis* G. O. Stars. Miejsce połowu — śródleśny staw w Głownie

a — wygląd ogólny (pow. 125 x), b — teratologiczny postabdomen (pow. 300 x)

zrozumiałe, jeżeli weźmie się pod uwagę iż większość gatunków oznacza się właśnie na podstawie jego kształtu i budowy. Oprócz wspomnianego już Müllera [10], nienormalności w budowie tej części ciała u wioślarek zaobserwowali: Wereszczagin [17] u *Pleuroxus trigonellus* (O. F. Müller), Berg [1] u *Pleuroxus laevis* G. O. Sars, Ramult [12] u *Acroperus harpae* Baird, Schiklejew [14] u *Alona costata* G. O. Sars, Meschkat [8] u *Eurycercus lamellatus* (O. F. Müller), Meuche [9] u *Alona guttata* G. O. Sars i *A. affinis* (Leydig), Stromenger-Klekowska [16] u *Peracantha truncata* (O. F. Müller), Flossner [2] u *Alona costata* G. O. Sars, *A. quadrangularis* (O. F. Müller), *A. affinis* (Leydig), *Alonella excisa* (Fischer), Smirnov [13] u *Pleuroxus laevis* G. O. Sars, *P. aduncus* (Jurine), *Peracantha truncata* (O. F. Müller), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller), *Eurycercus lamellatus* (O. F. Müller), *Acroperus alonoides* Hundendorff, *A. elongatus* (G. O. Sars), *Alona costata* G. O. Sars, *A. guttata* G. O. Sars, *A. davidii* Richard, *A. affinis* (Leydig), *A. quadrangularis* (O. F. Müller), *Alonella excisa* (Fischer), Kamiński [14] u *Alona guttata* G. O. Sars.

Cytowane powyżej przypadki dotyczą zmienionych kształtów postabdomenów, zmniejszenia lub nienormalnego zwiększenia liczby kolcy analnych, nietypowego ich zgrupowania, występowania występów lub wklęśłości w dystalnej i proksymalnej części postabdomenu, niedorozwoju pazurków końcowych lub zmiany ich kształtu.

Mimo iż nienormalności w budowie *Cladocera* można obserwować właściwie w każdej części ich ciała, odchylenia w budowie i kształcie głowy, rostrum, oka i przyczka, anten I i II pary oraz grzbietowo-przedniej części pancerza spotykane są stosunkowo rzadko. Przypadki takie opisał, między innymi, Smirnov [13]. Dotyczyły one zmiany kształtu rostrum i grzbietowo-przedniej części pancerza u partenogenetycznych samic *Camptocercus rectirostris* (Schoedler) i *Acroperus harpae* Baird oraz niedorozwoju rostrum u *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller) i zniekształcenia rostrum u *Pleuroxus trigonellus* (O. F. Müller). U jednego z osobników tego ostatniego gatunku anomalia w budowie rostrum szła w parze z nienormalnym wykształceniem tylnego dolnego kąta skorupki.

Równie rzadko można obserwować anomalie w wykształceniu grzebietowej części skorupki. Występują one przeważnie u samic i wiążą się bezpośrednio z zaburzeniami (hormonalnymi?) występującymi w czasie

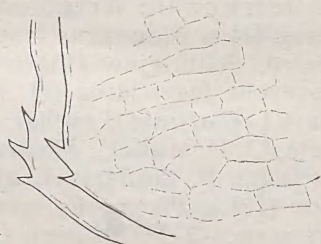


Rys. 5. Anormalna zmiana grzebietowej części skorupki
Chydorus sphaericus (O. F. Müller).

Miejsce połowu — staw w parku im. Staszica w Łodzi (pow.
125 x)

powstawania efipium (rys. 5). Mogą wtedy powstawać anormalne garby, wypukłości lub wklęsłości.

Tylno-dolny kąt skorupki jest również u wioślarek bardzo podatny na różnego typu zniekształcenia. Można obserwować tutaj brak części zębów [12, 14], różny ich kształt na lewej i prawej części skorupki. Zmiany tego typu są stosunkowo częste, rzadziej spotyka się anomalie związane z wystąpieniem na jednej części skorupki normalnej liczby zębów, a na drugiej zwiększonej (rys. 6).



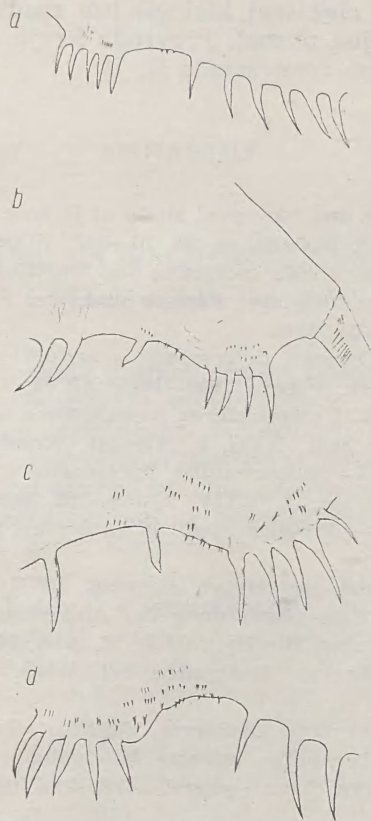
Rys. 6. Tylno-dolny kąt skorupki *Graptoleberis testudinaria* (Fischer).

Miejsce połowu — basen ogrodu szkoleniowego Pracowni
Metodyki Nauczania Biologii U. Ł. w Łodzi. (pow. 550 x)

Większość spośród przedstawionych powyżej osobników teratologicznych łowiona była w zbiornikach powierzchniowo małych. Bardziej labilne warunki w nich panujące mogą mieć duży wpływ na częstość tego typu anomalii. Szczególnie odnosi się to do różnego typu zbiorników miejskich, na które w różny sposób oddziaływa człowiek: ścieki przemysłowe, asenizacyjne, pyły przemysłowe itp. Występujące w tych zbiornikach szybkie zmiany warunków życiowych odgrywają dużą rolę w kształtowaniu się embrionów i rozwoju osobników młodocianych, a także mogą mieć wpływ na różnego typu zaburzenia genetyczne.

W zbiornikach dużych, zwłaszcza tam, gdzie istnieje możliwość szybkiej wymiany wody przy ewentualnym skażeniu procent teratologii może się utrzymywać na statystycznie nieistotnym poziomie i wyraźnie wzrastać przy niemożliwości odświeżenia środowiska.

Jak już wyżej wspomniano w zbiornikach małych częstość teratologii wyraźnie wzrasta. W niektórych przypadkach liczba zwierząt z różnego rodzaju potwornościami jest większa od liczby zwierząt normalnie zbudowanych. Przykładem takiego zbiornika, powierzchniowo małego, dodatkowo silnie zanieczyszczonego przez ścieki z położonej w po-



Rys. 7 — Przykładowe zmiany teratologiczne grzbietowej części postabdomenu *Daphnia magna* Straus.

Miejsce polowu — staw w Kamieńcu (pow. 400 x)

blizu stajni oraz okresowo przez smary, ropę i benzynę jest niewielki staw w miejscowości Kamieniec koło Kutna (pow. — 300 m²). Gatunkiem utrzymującym się w ciągu całego roku, między innymi, jest *Daphnia magna* Straus. We wszystkich miesiącach jest podstawowym składnikiem zooplanktonu z wyraźnym nasileniem liczebności w miesiącach letnich. Tworzy wtedy charakterystyczne zakwity. Ponieważ jest to okres intensywnych prac polowych, brudne maszyny są właśnie myte w tym stawie. Powoduje to silne zanieczyszczenie wody. Przeglądając materiał planktonowy z tego okresu czasu pod kątem teratologii okazuje się, że procent zwierząt z anomaliami sięga 46 do 60 (przy uwzględnieniu tylko kształtu ciała, postabdomenu, pazurków końcowych i kolcy analnych). Nie ulega więc tutaj wątpliwości, że bezpośrednim sprawcą tego zjawiska jest człowiek.

Taki, niekorzystny wpływ człowieka na faunę wodną jest oczywisty. Niszcząc lub degenerując faunę i florę człowiek pośrednio sam wpływa na pogorszenie swoich warunków życiowych, a także co jest smutne z naukowego punktu widzenia, pozbawia się przyjemności badania i opi-

sywania gatunków o ciekawej biologii lub rzadkich [6]. Nie wszystkie przecież do tej pory już poznał. Przyroda kryje wciąż jeszcze wiele tajemnic oczekujących na rozwiązanie [5, 7].

LITERATURA

- [1] Berg — *A faunistic and biological study of Danish Cladocera*, Vidensk. Medd. Dansk naturhist. For. Kopenhagen, 88, 31—112, Kopenhaga, 1929—1930.
- [2] Flossner D. — *Zur Cladocerenfauna des Stechlinsee- Gebietes, I. über Morphologie und Variabilität eiger Formen und über Funde seltener Arten*, Limnologica, 1, 3, 217—229, 1962.
- [3] Jančařík A. — *Dorsalni deformance u perloočky Moina rectirostris Leyd.*, Sborn. klubu přírodov. v Brne 1955—1945, XXVI, 42—50, Brno, 1946.
- [4] Kamiński K. Z. — *Teratologiczny postabdomen u Alona guttata (Cladocera, Chydoridae)*, Przegl. Zool., XVII, 3, 340—341, Wrocław, 1974.
- [5] Kamiński K. Z. — *Systematyka, taksonomia i faunistyka we współczesnej zoologii*, Kosmos ser. A, XIXIV, 2, 163—166, Warszawa, 1975.
- [6] Kamiński K. Z. — *Problem rzadkich gatunków*, Kosmos ser. A, 1, Warszawa, 1976.
- [7] Mayr E. — *Podstawy systematyki zwierząt*, PWN, 452, Warszawa, 1974.
- [8] Meschkat A. — *Eine Missbildung des Abdomens von Eurycercus lamellatus* O. F. Müller, Archiv. für Hydrobiol., 32, 3—4, 540—541, 1937.
- [9] Meuche A. — *Abnorme Endkrallen bei Alona*, Archiv. Hydrobiol., 32, 1, 162, 1937.
- [10] Müller P. E. — *Danmarks Cladocera*, Naturhist. Tidskrift, 3, V, 53—240, 1867.
- [11] Ramner W. — *Über milleuvedingte Missbildungen bei Daphnia pulex und Daphnia magna*, Intern. Revue gesamt. Hydrobiol. und Hydrogr., 24, 1/2, 1—23, 1930.
- [12] Ramułt M. — *Z badań nad fauną wioślarek (Cladocera) Pomorza*, Bull. intern. Acad. Pol. sci. et nat., (II), 5—6, 311—530, 1930.
- [13] Smirnov N. N. — *Chydoridae of world's fauna*, Izd. „Nauka”, 530, Leningrad, 1971.
- [14] Schiklejew S. M. — *Fauna Cladocera wodojemow okrestnostjej goroda Sasowa i sjela Ogarjewa Rjazanskoj oblasti*, Russ. gidrobiol. żurn., 8, 10—12, 308—321, 1930.
- [15] Stebnicka Z. — *Taksonomia a teratologiczne i mechaniczne deformacje u Scarabeidae laparosticti*, Przegl. Zool., XVII, 1, 32—35, Wrocław, 1973.
- [16] Stromenger-Klekowska Z. — *Cycles annuels des Cladoceres dans les étangs à poissons*, Int. Revue ges Hydrobiol., 45, 2, 215—276, 1960.
- [17] Wereszczagin G. J. — *K poznanju fauny Cladocera Dniepra i wodojemow jevo doliny w okrestnostjach g. Kijewa*, Jeżjegod. Zool. muz. AN SSSR, 30, 1—53, 1929.

WŁODZIMIERZ OSTROWSKI

GŁOS W DYSKUSJI NA WALNYM ZGROMADZENIU PAN DNIA 28 MAJA 1976 R.

Dla prawidłowego rozwoju gospodarczego, intelektualnego i światopoglądowego każdego nowoczesnego społeczeństwa niezbędny jest szybki i harmonijny postęp we wszystkich dziedzinach nauki, tj. w naukach ścisłych i technicznych, humanistyczno-społecznych i w naukach biologicznych. Naukom biologicznym pragnę poświęcić swoje wystąpienie z okazji dyskusji nad sprawozdaniem przedstawionym przez Sekretarza Naukowego PAN, prof. dr J. Kaczmarka.

Nauki biologiczne zawsze spełniały donisłą rolę w rozwoju bytu i świadomości społeczeństw. Jednym z fundamentów współczesnej, postępowej filozofii była teoria ewolucji gatunków, która zcaliła i nadała nowego impetu rozwojowi nauk biologicznych XIX w. W drugiej połowie XX w. analogiczną funkcję integracyjną pełni biologia molekularna. Rozpatruje ona zjawiska życiowe na ich poziomie podstawowym, molekularnym i tworzy — po raz pierwszy w historii nauki jasno wynikający z praw fizyki i chemii, zwarty wewnętrznie obraz struktury i funkcji żywej komórki. Rozszerzając horyzonty poznania, biologia molekularna wpływa w istotny sposób na współczesną postawę światopoglądową człowieka, a jednocześnie przynosi liczne konkretne korzyści gospodarczo-społeczne. Z tych też względów należyta organizacja poczyniła w zakresie biologii molekularnej i właściwy rozwój jej kierunków badawczych stały się obecnie przedmiotem szczególnej troski w większości krajów rozwiniętych.

Biologia molekularna jest nowym sposobem podejścia do problemów biologicznych, w których swoiste właściwości zjawisk życiowych rozpatrywane są jako wynik kompleksowych oddziaływań pomiędzy charakterystycznymi dla tworów żywych składnikami chemicznymi. Posługując się prawami fizyki i chemii w wyjawianiu złożonych procesów życiowych, biologia molekularna nie traci jednak nigdy z pola widzenia biologicznego tła, na którym toczą się procesy fizyko-chemiczne. Współczesna biologia molekularna jest przeto czymś więcej niż zastosowaniem praw chemii i fizyki do zagadnień biologii, medycyny i rolnictwa. Głównym jej zadaniem jest odkrywanie, a następnie naśladowanie i odtwarzanie swoistych i niezwykle złożonych zjawisk charakterystycznych tylko dla materii żywej, zachodzących wyłącznie w ustrojach i w różnych układach biologicznych.

Największym dotychczasowym osiągnięciem biologii molekularnej jest wyjaśnienie fizyko-chemicznych podstaw dziedziczenia cech i biosyntezy białka w komórce, określane jako odczytanie kodu genetycznego. Odkrycie to, mające daleko idące implikacje poznawcze i praktyczne stało się punktem wyjścia dla szybkiego rozwoju wielu kierunków badawczych w biologii, chemii, fizyce i w matematyce. Pozwoliło ono poznać podsta-

wowe mechanizmy w przekazywaniu informacji genetycznej oraz w programowaniu struktury i funkcji komórek.

Badania nad białkami ujawniły wiele cech strukturalnych na poziomie submolekularnym, odpowiedzialnych za swoistość w oddziaływaniu białka z jego otoczeniem, co ma zasadnicze znaczenie dla rozumienia wysokiej sprawności i swoistości katalizy biologicznej, prawidłowości przebiegu przemian chemicznych w komórkach i ich zdolności do reagowania na bodźce chemiczne i fizyczne. Z połączenia wyników tych badań z wieloma innymi osiągnięciami rozwinęły się studia nad biologicznie ważnymi strukturami supramolekularnymi, wyjaśniające mechanizmy regulacji czynności aparatu genetycznego i tworzące podstawy poznania budowy i funkcji błon biologicznych, czynnika integrującego komórkę i warunkującego prawidłowe współdziałanie miliardów komórek w organizmach wyższych.

Bezpośrednia więź pomiędzy poznawczymi a stosowanymi aspektami nauk biologicznych zawsze leżała u źródeł ich wysokiej użyteczności w rozwiązywaniu bieżących potrzeb medycyny i rolnictwa. W dobie obecnej, przy szybko wzrastającej gęstości zaludnienia, przed naukami biologicznymi stają nowe zadania, trudniejsze i bardziej odpowiedzialne. Tradycyjne sposoby produkcji żywności zbliżają się do górnego pułapu swoich możliwości, limitowanych niską wydajnością fotosyntezy i przyswajania azotu w naturalnie występujących gatunkach roślin i w ich krzyżówkach. Na zdrowie człowieka i na jego zdolność do wykonywania pracy w coraz większym stopniu wpływają choroby zwyrodnieniowe, nowotworowe, psychiczne, wobec których obecnie znane metody lecznicze i profilaktyczne są mało skuteczne, a w wielu przypadkach — bezsilne. Stała a nieodczowna rozbudowa przemysłu, zwłaszcza ciężkiego i chemicznego, stwarza dla naturalnego środowiska człowieka zagrożenie, któremu nie są w stanie przeciwdziałać stosowane dzisiaj zabiegi technologiczne. Szczególna rola w rozwiązywaniu tych problemów przypadła biologii molekularnej, ze względu na jej rozległe funkcje integracyjne i ściśle powiązania z wieloma dyscyplinami nauk przyrodniczych i technicznych. Liczne już dzisiaj sukcesy praktyczne biologii molekularnej są szybko wykorzystywane w gospodarce wielu krajów rozwiniętych. Wyodrębniają się nowe gałęzie tej dyscypliny, np. zwana popularnie inżynieria biologiczna z dwoma jej kierunkami — z inżynierią genetyczną i z inżynierią enzymatyczną. Proces zacieśniania więzów pomiędzy biologią molekularną i techniką będzie się niewątpliwie nasilał w nadchodzących latach. Uzależniony jest on jednak od harmonijnego rozwoju rozmaitych dyscyplin biologii oraz od należytego zrozumienia przez technikę znaczenia jakie dla gospodarki społecznej może mieć modelowanie procesów produkcyjnych w oparciu o mechanizmy fizyczne i chemiczne, wypracowane przez przyrodę w toku długiego okresu ewolucji istot żywych.

Po drugiej wojnie światowej mimo ogromnych strat, jakie i w tej dziedzinie poniósł nasz kraj, polska biochemia zaczęła się dość szybko rozwijać. W stosunkowo krótkim czasie we wszystkich ośrodkach uniwersyteckich na terenie kraju powstały liczne placówki prowadzące intensywne badania w zakresie biochemii, biologii molekularnej i biofizyki. W ciągu minionego 30-lecia wyrosła liczna kadra specjalistów i w kilku ośrodkach powstały dobrze zorganizowane, choć skromnie wyposażone placówki oraz zespoły badawcze rozwijające badania liczące się również poza granicami Polski. Do osiągnięć biochemii polskiej należy zaliczyć m. in. badania enzymologiczne z krystalizacją szeregu białek

enzymatycznych, badania w zakresie gentyki molekularnej i biosyntezy białka, badania nad strukturą kwasów nukleinowych u roślin, nad strukturą białek mięśni, przeciwciał oraz nad mechanizmem przemian energetycznych w komórkach.

Szczególnego impetu badaniom biologiczno-molekularnym w Polsce nadał system koordynacji planów badawczych w ramach problemów węzłowych i międzyresortowych, wprowadzony przed pięciu laty. Nastąpiła przede wszystkim poważna integracja potencjału naukowego placówek PAN, placówek uniwersyteckich i instytutów resortowych. W tym okresie wzrosła kadra specjalistów w poszczególnych dyscyplinach biochemicznych od 5 do 25%. Rozwinięto również żywą współpracę w problemie „Biologia Molekularna”, koordynowanym przez akademie nauk krajów socjalistycznych.

W obecnie sformułowanych problemach rządowych, węzłowych i międzyresortowych występują zagadnienia typowe dla biologii molekularnej, ale rozwiązywane w innym kontekście badawczym i na innych układach doświadczalnych. Jest to naturalną konsekwencją integracyjnej funkcji biologii molekularnej w stosunku do innych nauk biologicznych i jej bliskich powiązań z naukami ścisłymi. Jednak realizacja tego programu będzie wymagać określonych nakładów finansowych i wysiłków organizacyjnych. Z uwagi na konieczność posługiwania się bardzo złożoną aparaturą, znajdującą się obecnie w rękach fizyków, chemików i techników, biologia molekularna staje się dziś najkosztowniejszą z nauk eksperymentalnych i wymaga równocześnie szkolenia wysoko wykwalifikowanej kadry specjalistów. Tej dziedziny nie można już więcej uprawiać w pojedynkę, lecz w dużych zespołach badawczych, przy zastosowaniu różnorodnych technik i sprawnej organizacji realizowania ustalonych planów.

Komitet Biochemii i Biofizyki PAN opracował ekspertyzy w zakresie potrzeb inwestycyjnych, aparaturowych i szkolenia kadr na najbliższe dziesięciolecie, które by zapewniły prawidłowy rozwój poszczególnych dziedzin biologii molekularnej i pozwoliły pomyślnie zrealizować wyznaczone zadania. Szacunkowe obliczenia potrzeb w zakresie inwestycji budowlanych wskazują, że w najbliższych latach powinniśmy zbudować dla biologii molekularnej 12 nowych obiektów o łącznej powierzchni ok. 100 000 m², za sumę jednego miliarda czterystu milionów złotych. Globalne zestawienie potrzeb na zakup niezbędnej aparatury dla siedmiu największych ośrodków naukowych w Polsce daje sumę ok. 30 mln złotych dewizowych. Za tę kwotę zostałyby zakupione przede wszystkim przyrządy w naszym kraju niedostępne, a które są niezbędne dla rozwinięcia nowych programowanych kierunków badań.

Szkolenie kadry naukowej ma szczególne znaczenie, z niej bowiem wywodzą się nauczyciele akademicki, twórcy postępu w nauce oraz wysoko wykwalifikowany personel zakładów przemysłowych, placówek rolniczych i służby zdrowia. Szybki rozwój biologii molekularnej, gwałtowne zmiany punktu ciężkości badań i stale wzrastający rozwój technik eksperymentalnych sprawiają, że podnoszenie kwalifikacji kadry naukowej musi mieć raczej charakter intensywnego samoszkolenia, niż bazować na z góry zaprogramowanych kursach dokształcających. Znaczną pomocą mogą tutaj być różnego rodzaju szkoły letnie, podobne do organizowanych przez RWPiG i inne organizacje międzynarodowe, jak np. Federacja Europejskich Towarzystw Biochemicznych i Europejska Organi-

zacja Biologii Molekularnej. Z tego też względu udział Polski w tych organizacjach należy zintensyfikować. Jednakże najważniejszą rolę w podnoszeniu kwalifikacji czynnych naukowo pracowników, w zwiększaniu ich sprawności intelektualnej i świadomości tendencji rozwojowych spełnia udział w sympozjach i konferencjach, a zwłaszcza możliwość bezpośredniej współpracy z wiodącymi ośrodkami na świecie.

Needham A. E. — *The Significance of Zoochromes*, Springer, Berlin — Heidelberg — New York 1974, ss. XX + 430.

Autorem omawianej książki jest wykładowca zoologii na uniwersytecie w Oxford. Jest to trzecia pozycja w serii „Zoophysiology and Ecology”. Dwie poprzednie poświęcono regulacji zawartości wody i soli w organizmach kręgowców (Endocrines and Osmoregulation) oraz życiu ptaków i ssaków w obszarach arktycznych (Arctic Life of Birds and Mammals).

Książka jest podzielona na 7 części, w ramach których mieści się 18 rozdziałów poświęconych różnym aspektom zagadnienia barwności w organizmach zwierzęcych. Na wyróżnienie zasługuje bogaty zestaw bibliograficzny liczący nieco ponad 1500 pozycji.

Część pierwsza zawiera dwa rozdziały. Rozdział pierwszy ma charakter wprowadzający. Autor wyraża w nim opinię, że zagadnienie barwy związków chemicznych biorących bezpośredni udział w metabolizmie, jak również związków barwnych wywołujących jedynie zewnętrzne efekty wizualne mogłoby — pomimo trudności mających swe źródło w różnorodności szczegółowych zagadnień — stanowić materiał do ustanowienia specjalnej dyscypliny nauk biologicznych: biochromatologii.

Autor podaje określenia takich pojęć jak: „biochromy”, „pigmenty” oraz „zoochromy”. Proponuje by biochromami nazywać substancje chemiczne posiadające barwne cząsteczki i syntetyzowane przez żywe organizmy, zaś zoochromami należałoby nazywać biochromy spotykane w ciałach zwierząt.

Drugi rozdział poświęcono omówieniu fizycznych podstaw barwności molekuł jak również optycznych właściwości związków barwnych (fluorescencja, fosforescencja, dwubarwność, batochromiczność, termochromatyzm i in.). Zdaniem Autora niektóre z tych własności mogą odgrywać pewną rolę w fizjologii zwierząt.

Część drugą (roz. 3—5) poświęcono omówieniu natury i rozmieszczenia zoochromów w poszczególnych grupach taksonomicznych oraz w ciałach zwierząt.

Omówiono tu takie zoochromy jak: chromoproteiny i inne związki biologiczne związane z grupą chromoforową (metaloproteiny; zoochromy zawierające pierścienie pirolowe, indolowe, fenoksyzynowe; hemowanadyne i rufinę). Zestawiono również właściwości niezidentyfikowanych zoochromów. Zwrócono uwagę na zmiany barwy zoochromów, uzależnione od pH środowiska.

Kolejny rozdział omawia taksonomiczne rozmieszczenie zoochromów. W jego części wstępnej przedstawiono ogólne uwagi o występowaniu barwników w świecie roślin i zwierząt. Do biochromów występujących w obydwu królestwach należą m.in., ubichinony, porfiryny, biliny. W części poświęconej występowaniu zoochromów w poszczególnych typach i gromadach zamieszczono tabelaryczne zestawienie charakterystycznych zoochromów. Do barwników najliczniej reprezentowanych w świecie zwierząt Autor zalicza — zgodnie z malejącą częstością występowania — ryboflawinę, pochodne porfiryny, karotenoidy, metaloproteiny, pteryny, melaniny, fuscyny, chinony, ommochrony, flawonoidy i hemowanadyne. W dalszej części tego rozdziału przedstawiono następujące wnioski: a) można stwierdzić istnienie chromatycznej ewolucji, b) każdy typ wykorzystał wszystkie klasy zoochromów, c) we wszystkich typach niezmiennie występują te same barwniki związane z oddychaniem, gromadzeniem substancji zapasowych i pewnymi reakcjami enzymatycznymi, d) wiele barwników zwierzęcych może wywoływać szerokie spektrum barw.

Pojedyncza grupa zoochromów mogłaby, teoretycznie, zaspokoić całe zapotrzebowanie na efekty wizualne użyteczne dla całego taksonu. Faktycznie jednak organizmy wykorzystują rozmaite grupy zoochromów. Jest to — zdaje się — uwarunkowane ekonomiką metabolizmu.

Piąty rozdział poświęcono omówieniu rozmieszczenia i stanu zoochromów w ciele zwierząt. Okazuje się, że w naskórku zwierząt występują barwniki należące do 9 klas chemicznych. W innych częściach organizmu klasy zoochromów nie są reprezentowane tak licznie. Średnio w innych niż integument częściach organizmu występuje 5 klas barwników. Najmniej klas barwników — jedynie 2 — występuje w tkance tłuszczowej. Występują też w organizmie zoochromy pozakomórkowe. Są to przede wszystkim zoochromy rozpuszczone w płynach układu krążenia. Zoochromy występujące wewnątrzkomórkowo, jeśli się znajdują w przestrzeniach pozakomórkowych, są do komórek resorbowane. Niektóre zoochromy wewnątrzkomórkowe są przytwierdzone do ustukturyzowanej matrix tzw. chromosomów, jakimi są np. chloroplasty czy mitochondria.

W trzeciej części książki (roz. 6—7) omówione są funkcje fizjologiczne pełnione przez zoochromy integumentu oraz rola tych barwników w percepcji zmysłowej. Zdaje się, że Autor zbyt szeroko rozumie pojęcie fizjologii, gdy funkcje maskowania, odstraszania i wabienia zalicza do fizjologii. Są to reakcje bez wątpienia uwarunkowane fizjologicznie, lecz w gruncie rzeczy skutki ich dotyczą przede wszystkim bodźców działających z otoczenia: mają więc znaczenie behawioralne czy ewolucyjne. W rozdziale poświęconym roli barwników w percepcji zmysłowej Autor wyraża przypuszczenie, iż wszystkie zwierzęta mają zdolność skórnej percepcji światła.

Czwarta część książki (roz. 8—11) ma za przedmiot biochemiczne funkcje zoochromów. Z danych literaturowych wynika, iż wiele zoochromów wchodzi w skład enzymów oddechowych jako koenzymy. Przypuszcza się, że również inne reakcje redoksowe w organizmie są katalizowane i kontrolowane przez zoochromy. Głównymi nośnikami tlenu w organizmach zwierzęcych są zoochromy należące do następujących grup: hemoglobiny, hemoerytryny, hemocyjaniny. Omówiono fizjologiczną rolę tych barwników w rozmaitych grupach taksonomicznych, molekularne i fizyczne zasady transportu tlenu oraz zestawiono własności grup tych nośników. Rozdział dziesiąty omawia właściwości i funkcje zoochromów w płynach trawiennych oraz zoochromy będące końcowymi produktami metabolizmu. Z kolei Autor poświęca uwagę związkowi zoochromów z patologicznymi stanami organizmu. Główną część tego rozdziału poświęcono skutkom braku lub nadwyżki zoochromów egzogennej i endogennej w organizmie. Przykładowo: brak witaminy E — prowadzi do dystrofii mięśni i kości, paraliżu czy też upośledzenia funkcji rozrodczych. Nadmiar melaniny wiąże się z występowaniem procesów nowotworowych, niedostatek — ze zmniejszeniem odporności organizmu.

Część piątą stanowi jeden rozdział omawiający znaczenie zoochromów w rozmnażaniu i rozwoju zwierząt. Przykładem związku zoochromów z płcią jest fakt, że zawartość karotenoidów w plazmie krwi krów znacznie przewyższa ich zawartość w plazmie krwi byków. Ta różnica jest szczególnie wyraźna w okresie ciąży i laktacji. Omówiono również udział zoochromów w kontroli rozmnażania. Drugą część tego rozdziału poświęcono roli zoochromów w wybranych etapach ontogenezy niektórych zwierząt. Tutaj, podobnie jak w poprzednich rozdziałach wykazano, że zoochromy odgrywają ważną rolę w kontrolnych procesach embriogenezy i metamorfozy. W życiu wielu zwierząt stwierdza się nieraz znaczną aktywność chromogeniczną.

Część szóstą (roz. 13—16) poświęcono wnioskowi. Synteza związków barwnych w organizmie nie jest bocznym torem zasadniczych syntez. Do każdej grupy barwników prowadzi specjalny tor syntezy. Pod względem ekonomiki syntezy te nie

różnią się wcale od większości innych procesów biochemicznych. Zwierzęta większości znanych klas zoochromów czerpią w zasadzie z żywności. Karotenoidy, chromony, flawonoidy, ryboflawiny, kobamidy i kwas pteroglutaminowy są materiałami zasadniczo egzogennymi dla wszystkich zwierząt. Faktycznie jednak karotenoidy i ryboflawiny są syntetyzowane przez organizmy zwierzęce przynajmniej w niezbędnych ilościach. Reakcjami chromogenicznymi w układzie żywym steruje podobny system sprzężeń zwrotnych jak w przypadku innych szlaków metabolicznych. Nie stwierdza się występowania chromogenicznej odpowiedzi organizmu na działające bodźce bezpośrednio na zasadzie fizycznej lub chemicznej. Zawsze stwierdza się występowanie względnie długiego łańcucha pośrednich reakcji. Omówiono też rozwój integumentalnych cech barwnych zwierząt oraz ich uwarunkowania genetyczne.

W rozdziale 16 oprócz omówienia genetycznych podstaw chromogenezy zreferowano takie zagadnienia podrzędne, jak: genetyczny polimorfizm koloru, ogólne własności mutacji chromogenicznych, liczbę i typ chromogennych loci oraz znaczenie chromogenów w taksonomii zwierząt.

Ostatnia część książki (roz. 17—18) poświęcona jest ewolucji zoochromów oraz oszacowaniu ich biologicznego znaczenia. W rozdziale omawiającym udział zoochromów w procesie ewolucji poruszone są następujące zagadnienia: zoochromy w skamieniałych formach życia, prebiologiczna rola związków barwnych organicznych, chromy i pierwsze samodzielne organizmy oraz ewolucja chromów w świecie zwierzęcym. Nie ulega wątpliwości, że związki barwne odegrały rolę w ewolucyjnych procesach życia. Na wyróżnienie zasługują tu przede wszystkim związki porfirynowe, które odgrywały zasadniczą rolę w pierwszych etapach ewolucji życia, umożliwiając fotosyntezę i procesy oddychania. Na podkreślenie zasługują tu również takie funkcje biochromów, jak udział w transporcie tlenu, ochrona przed promieniowaniem, udział w procesie widzenia. W ostatnim rozdziale Autor próbuje dokonać oceny biologicznego znaczenia zoochromów. Wchodzą tu w grę przykłady wybitnego przystosowania zoochromów oraz zestawienie pewnej grupy problemów do rozwiązania. Przykładem wybitnego przystosowania do spełnienia funkcji biologicznych przez zoochromy jest przekształcanie impulsów świetlnych w elektryczne w receptorach wzrokowych kręgowców, przenoszenie tlenu, udział w oddychaniu komórkowym, fotosyntezie. Problemami do rozstrzygnięcia pozostają: znaczenie biologiczne zabarwienia integumentu wielu gatunków parzydełkowców na zmienne jaskrawe kolory; błądźliwość zwierząt i owadów zamieszkujących jaskinie; czerwone lub czarne zabarwienie organizmów zamieszkujących pośrednie głębiny oceaniczne i jeziora tybetańskie. W dalszej kolejności wymieniono niejasności związane z występowaniem takich zoochromów jak: karotenoidy, melaniny, ommochromy, puryny i pteryny. Nie jest również jasne dlaczego ludzka oksyhemoglobina jest bardziej rozpuszczalna niż deoksyhemoglobina i dlaczego u szczonej relacja ta przedstawia się odwrotnie. Inny przykład: dlaczego płodowa hemoglobina owcy i krowy jest 6—20 razy bardziej rozpuszczalna niż zwierzęcia dorosłego, przeciwnie niż obserwuje się to u człowieka? Jaki jest sens gromadzenia zoochromów w tkankach narządów wewnętrznych zwierząt, skoro mogłyby być one wydalone z organizmu? Zdaniem Autora na wiele pytań można odpowiedzieć na podstawie obecnie dostępnych metod badawczych i zebranego materiału obserwacyjnego. Pozostaną jednak do rozwiązania jeszcze liczne problemy zwłaszcza te, które są związane z wystąpieniem barwników w tkankach narządów wewnętrznych. Odnosi się wrażenie, że cała książka jest polemiką z opinią wyrażoną w książce E. B. Poultona (1890) na temat zabarwienia zwierząt, że wiele barwników zwierzęcych nie spełnia żadnej użytecznej funkcji w organizmie. Autor wykazuje niesłuszność stanowiska Poultona. Wywody Autora są wartościowym wkładem w rozwój nowej dyscypliny biologii. Chociaż Autor w trakcie opracowywania

książki korzystał z pomocy wielu znawców zagadnień biologicznych, nie jest ona przedstawieniem problematyki dobrze rozwiniętej dyscypliny naukowej. Całość wygląda raczej na zbiór rozmaitych doniesień na temat barwnych molekuł, poklasyfikowanych według rozmaitych problemów biologicznych. Nie można się zgodzić z Autorem, który zoochromom przypisuje przede wszystkim rolę chemiczną w fizjologii organizmów. Skoro molekuly są barwne i mogą funkcjonować w integumentach w sposób fizyczny (wywoływanie barwy), to dlaczego w warunkach fizjologicznych zdolność do absorpcji określonych kwantów świetlnych nie miałaby odgrywać roli? Skądinąd wiadomo, że wszystkim procesom życiowym towarzyszy emisja słabego promieniowania w zakresie widzialnym, stąd związanie tego świecenia z tak pospolitym występowaniem w strukturach organizmu cząsteczek barwnych nie jest pozbawione podstaw. Należy się spodziewać, że dane zgromadzone przez Autora i jego wnioski będą wykorzystane w bioelektronice.

Omawiana książka jest badzo użytecznym opracowaniem dla specjalistów wielu dziedzin biologicznych. Przede wszystkim dla fizjologów, biochemików, ewolucjonistów, systematyków i biofizyków.

Józef Zon

Stern K., Tigerstedt P. M. A. (współpraca Sperlich D.) 1974 — *Ökologische Genetik* — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, s. 211, rys. 53.

„Ökologische Genetik” jest bardzo cenną pozycją z zakresu nieco szerszego niż wskazuje tytuł, mianowicie z zakresu genetyki ewolucyjnej. Problematyka klasycznej i aktualnej genetyki populacji wmontowana w teorię ekosystemu (ekosystem Tansleya) oraz teorie neodarwinizmu i klasyczną teorię doboru naturalnego (Darwin).

Mimo znacznego stopnia trudności tekstu, będącego ilustracją problematyki z pogranicza kilku dyscyplin — ewolucjonizmu, ekologii, genetyki populacji, z włączeniem aparatu pojęciowego teorii informacji i matematyki wyższej — konstrukcja książki jest niesłychanie konsekwentna i zwarta, co wyraża się w sekwencji omawianych zagadnień. Na szczególne podkreślenie zasługuje też niezwykła integracja treści, zwłaszcza jeśli się weźmie pod uwagę interdyscyplinarność poruszanej problematyki i obszerność przedstawionego materiału.

Jednym z wyznaczników, stanowiących o aktualności pozycji są teorie i modele matematyczne. Teorie matematyczne klasycznej genetyki populacji z lat trzydziestych i modele lat siedemdziesiątych wkomponowane są w szeroki kontekst zagadnień współczesnej teorii ewolucji, w ramy współcześnie pojmowanego ekosystemu i populacji, stanowiące jednocześnie i „materiał dowodowy”, i ilustrację tych zagadnień. Autorzy dyskutują przydatność modeli dla przewidywania efektów i przebiegu procesów.

Wychodząc z założenia, że recenzja książki trudno dostępnej powinna przede wszystkim spełniać rolę adekwatnej i w miarę wyczerpującej informacji o treści, więcej miejsca poświęcę przedstawieniu zakresu poszczególnych rozdziałów. Nie chcąc jednak zagubić w szczegółowych informacjach ogólnej koncepcji książki zaczę od krótkiego przedstawienia myśli przewodniej autorów.

Punktem wyjścia jest darwinowska teoria ewolucji. Autorzy podejmują głównie trzy jej aspekty — oddziaływanie środowiska, zmienność w obrębie populacji (gatunku) i fitness¹ populacji jako wyraz procesów adaptacyjnych.

Środowiskiem jest w tym wypadku ekosystem w rozumieniu Tansleya — czyn-

¹ W polskim piśmiennictwie darwinowskie „survival of the fittest” w ogólnym znaczeniu przyjęto tłumaczyć jako „przeżycie najstosowniejszego”. Wobec panującej jeszcze obecnie wieloznaczności tego terminu zarówno w ewolucjonizmie jak i genetyce populacji, mimo jego określonego ujęcia liczbowego, będą stosowała go w wersji oryginalnej, jak to przyjęli już w swoich publikacjach C. Nowiński, W. Socha oraz P. Grieb. W niniejszym opracowaniu autorzy określają fitness względny populacji jako względny udział osobników w reprodukcji populacji.

niki biotyczne i abiotyczne, ich dynamika i współzależności. Traktując populację jako podsystem adaptacyjny w ekosystemie, zajmujący w nim określone miejsce, autorzy przedstawiają abstrakcyjny model niszy ekologicznej (Hutchinson 1958), jej optimum i stref tolerancji dla populacji. Wprowadzają za Levinsem i Mc Arthurem pojęcie środowiska makro- i mikromozajkowego.

Jednostką organizacji biologicznej, na którą oddziałuje stabilne bądź zmieniające się środowisko, powodując jej ewolucję, dla genetyków ewolucyjnych jest populacja. W dostatecznie dużych populacjach mendlowskich, nie podlegających dryfowi genetycznemu, wpływ otoczenia wyraża się w stabilności puli genowej w przypadku długookresowej stałości środowiska lub w zmianach częstości genotypów w przypadku środowiska zmiennego. Te właśnie prawidłowości — sformułowane w postaci bardzo licznych teorii matematycznych klasycznej (Fisher, Haldane, Wright — lata trzydzieste) i współczesnej (lata sześćdziesiąte i siedemdziesiąte) genetyki populacyjnej i ewolucyjnej są przedmiotem „Ökologische Genetik”.

Głównym integrującym omawianą problematykę elementem, wywodzącym się również od Darwina, jest fitness. Postęp w odniesieniu do środowiska można traktować jako wzrost fitness zachodzący w wyniku doboru naturalnego.

Tak więc progres populacji w danym środowisku wyrażałby się w zwiększonej reprodukcji. Jednocześnie najwyższy średni fitness populacji świadczyłby, iż w toku ewolucji osiągnęła ona optymalne częstości genotypów. Pula genowa populacji, będąca jej genetycznym systemem informacyjnym, stanowi o charakterze adaptacyjnym populacji jako podsystemu w ekosystemie, wskutek optymalizującego działania doboru naturalnego. Selekcyjna preferencja określonych genotypów wskutek ich wyższości w danym środowisku przejawiającej się zwiększoną żywotnością, długowiecznością, większą zdolnością do krzyżowania, zapłodnienia i migracji idzie w parę z eliminacją gorzej przystosowanych. Selekcja wyzwała więc kierunkowe zmiany częstości genów i genotypów w populacjach, a reprodukcja różnych genotypów jest w tym wypadku różnicująca i nielosowa. Zmiany częstości genotypów przebiegające w kierunku wzrastającego fitness populacji stanowią o jej strategii adaptacyjnej.

Ciągłość realizowanych przez populację strategii adaptacyjnych wobec dopływu nowych bodźców w postaci zmian środowiska wyzwalających reakcje ze strony puli genowej jest możliwa dzięki określonej różnorodności genotypowej puli (zmienności). Chociaż skład genowy puli wyznaczony jest przez proporcje genowe dążące pod wpływem doboru do optimum w danej niszy, to jednak charakteryzuje się on pewnym „potencjalnym zapasem genowym”, stwarzającym potencjalną możliwość dążenia populacji do nowego optimum w razie zaistnienia nowych warunków środowiska. Właśnie ta wariancja genetyczna i utrzymywanie pożądaných proporcji poszczególnych form polimorficznych umożliwia populacji dążenie w kierunku nowego optimum wobec ewentualnego zaistnienia nowych warunków środowiska, a więc realizowanie nowych strategii adaptacyjnych.

I. Ekosystem jako ramy oddziaływań środowisko-populacja i ewolucji populacji. Autorzy przedstawiają ekosystem jako system o charakterze adaptacyjnym i teleonomicznym — celem ekosystemu jest osiągnięcie wysokiego stopnia różnorodności i stabilności. Podsystemami ekosystemu są populacje, rządzące się własnymi prawami, lecz jednocześnie mogące istnieć tylko w warunkach obiegu, zbierania i gromadzenia informacji o różnych komponentach ekosystemu. Rozdział zawiera omówienie koncepcji wielowymiarowej niszy ekologicznej.

II. Systemy genetyczne. Pula genowa populacji stanowi informacyjny system genetyczny. Optymalizujące działanie doboru naturalnego na system genetyczny populacji pozostającej przez długi czas pod wpływem określonego środowiska zbliża jej pulę genową do oczekiwanego w danych warunkach optimum. Autorzy pre-

zentują model systemu genetycznego w kategoriach pojęciowych ogólnej teorii informacji z jednoczesnym zastosowaniem aparatu matematycznego. Stwierdzają, że proces gromadzenia informacji przez populację jest prostym procesem prób i błędów, przy czym populacja jako system adaptacyjny gromadzi wyniki skutecznych prób. Rozdział zawiera model ewolucji populacji wewnątrz określonego systemu (Warburton), omówienie zagadnienia stabilności ekosystemów, sukcesji pierwotnej i wtórnej oraz procesów regulacyjnych, jak również przykład symulacji ekosystemów w badaniach laboratoryjnych oraz określenie liczby i charakteru punktów równowagi dla różnych typów ekosystemów.

III. Adaptacje. Metodyka badań adaptacyjnych powinna uwzględniać model wielowymiarowej niszy ekologicznej. Zadania populacji jako podsystemu rozwiązywane są kompleksowo dzięki określonej strategii adaptacyjnej. Strategia ta wykazuje związek ze stanowiskiem (miejscem) gatunku w ekosystemie.

IV. Wielkości dotyczące fitness. Autorzy wprowadzają pojęcie fitness względnego i bezwzględnego, jak również współczynnika selekcji i wartości adaptacyjnej. Fitness względny wyrażają jako względny udział osobników w reprodukcji. Nawiązują do klasycznych teorii matematycznych genetyki populacyjnej Wrighta i Fishera, teorematu doboru Fishera i parametru maltuzjańskiego. Przedstawiają (lata siedemdziesiąte) modele matematyczne fitness genotypów uwzględniające populacje o różnych typach struktury wieku, populacje gatunków haploidalnych i diploidalnych, wpływ współczynnika wsobności, itd. Modele pozwalają określić wartość adaptacyjną populacji zasiedlającej określoną niszę w odniesieniu do średniego fitness. Praktyczne aspekty wzrostu średniego fitness pod wpływem selekcji to — zwiększenie się wewnętrznej pojemności wzrostu populacji (innate capacity of increase), wzrost produkcji biomasy, maksymalizacja obiegu materii, przypuszczalny wzrost liczby obiegów. Zagęszczenie populacji traktowane tu jako parametr środowiska wpływa na procesy wewnątrzpopulacyjne. Parametr zagęszczenia „nakłada się” na wzrost średniego fitness i na nagłe przyrosty liczebności populacji. Autorzy wprowadzają pojęcie doboru r i K , mechanizmy genetyczne i konsekwencje praktyczne w obydwu typach doboru. Wielkości r i K są nawiązaniem do równania Lotki i Volterry dotyczącego przyrostu populacji. K oznacza maksymalną liczebność populacji, a r — wskaźnik przyrostu. W piśmiennictwie K charakteryzuje też poziom nasycenia siedliska i jego potencjalną pojemność, r — potencjalną pojemność przyrostu przebiegającego bez zakłóceń. Oba te typy doboru (przebiegające nieraz w różnych fazach występowania populacji) działają antagonistycznie.

V. Genetyczne strategie adaptacyjne. Parametr mozaikowości środowiska (makro- lub mikromozaikowość) determinuje obraz matematyczny genetycznych procesów adaptacyjnych. W środowisku mikromozaikowym populacje optymalne, tzn. charakteryzujące się maksymalną wartością fitness w stosunku do wszystkich występujących w środowisku nisz, są właściwie monomorficzne. W środowisku mikromozaikowym populacje optymalne są monomorficzne tylko przy pewnych częstościach nisz. W pośrednich zakresach częstości nisz populacje optymalne są polimorficzne. Przy geograficznym gradiencie niszy można oczekiwać morfokliny w wypadku siedliska makromozaikowego, podczas gdy w środowisku mikromozaikowym obserwuje się gwałtowne przejście od jednej populacji monomorficznej do drugiej. Autorzy przedstawiają liczne modele matematyczne populacji optymalnych przy różnej liczbie nisz i fenotypów dla obydwu typów środowisk.

VI. Polimorfizmy genetyczne. Polimorfizm genetyczny — zarówno przejściowy, jak i zrównoważony umożliwia populacji osiąganie coraz wyższego stopnia adaptacji. O adaptacyjnym charakterze polimorfizmu świadczą korelacje częstości poszczególnych form polimorficznych ze zmiennymi parametrami środowiska (zmienność klinowa). Autorzy przedstawiają różne typy interakcji alleli wielokrotnych i loci genowych, warunkujące polimorfizm, w aspekcie wartości fitness po-

pulacji. Szczególną uwagę poświęcają naddominacji oraz kojarzeniu wybiórczemu, epistazie i sprzężeniu jako przyczynom utrzymywania się polimorfizmu. Wprowadzają liczne modele matematyczne — dominacji oraz epistazy, z uwzględnieniem różnych stopni sprzężenia. Wskazują na istotne znaczenie supergenów dla koadaptacji puli genowej, jak również ścisłego sprzężenia jako czynnika wpływającego na maksymalizację średniego fitness populacji (Lewontin 1971). W modelach uwzględnione są m. in. miara równowagi sprzężeniowej, średni fitness w polu adaptacyjnym i stan równowagi populacji. Uogólnień z tych modeli nie można stosować do inbrydu. Dobór naturalny działa na populacje polimorficzne w zależności od zagęszczenia populacji, od częstości genotypów oraz struktury wieku populacji i specyfiki cyklu rozwojowego. W nawiązaniu do genetycznej strategii adaptacyjnej rozdział kończy się próbą oceny udziału loci polimorficznych w puli genowej populacji.

VII. Znów genetyczne strategie adaptacyjne. Autorzy podejmuje bardzo istotne zagadnienie właściwości predyktywnych modeli genetycznych doboru. Wskazują na wysoki stopień złożoności w realizacji funkcji przystosowawczych i genetycznych strategiach adaptacyjnych oraz związane z tym trudności konstruowania modeli. Rozpatrują adaptacje krótko- i długookresowe w aspekcie homeostazy genetycznej i różnych typów selekcji — kierunkowej, stabilizującej, drastycznej. Homeostaza jest możliwa w warunkach dużej zmienności genetycznej i sprawności mechanizmów systemu genetycznego, zabezpieczających przed utratą tej zmienności.

VIII. Koewolucja w ekosystemie. Rozdział traktuje o następstwach oddziaływań wewnątrz- i międzygatunkowych (w szczególności konkurencja i pasożytnictwo) na stabilność i entropię ekosystemów. Im bogatsza jest sieć troficzna i im bogatszy skład gatunkowy oraz różnorodność genetyczną poszczególnych populacji, tym większa stabilność ekosystemu. Entropia ekosystemu jest tym mniejsza, im większa zawartość informacji genetycznej. Rozdział poświęcony konkurencji zawiera modele matematyczne określające szanse zwycięstwa w konkurencji międzygatunkowej w zależności od liczebności, zagęszczenia, efektu sąsiedztwa (towarzyskości) i wielkości niszy. Wzorec konkurencji (community matrix) pozwala na określenie optymalnego składu fenotypów w populacji w stosunku do zasobów pokarmowych. Stopień stabilności ekosystemu pozostaje w prostej zależności ze stopniem skomplikowania sieci pokarmowej. Podstawowymi warunkami umożliwiającymi tę stabilność są: wysoka różnorodność, efekt sąsiedztwa oraz koadaptacje i zwrotne sprzężenie genetyczne w układach podlegających koadaptacji. Układy pasożyt—żywiciel lub drapieżca — ofiara, w których nie wykształciły się koadaptacje, odpowiadają modelowi Lotki i Volterry. Przedstawione modele koadaptacji w układach pasożyt—żywiciel, uwzględniające różne zagęszczenia obu populacji wyjściowych, jak również różną liczbę loci genowych i alleli wielokrotnych pozwalają określić, po ilu pokoleniach następuje koadaptacja oraz przebieg wartości fitness w czasie.

IX. Zagadnienia ekologiczno-genetyczne przy zagospodarowywaniu ekosystemów. Osobny podrozdział autorzy poświęcają hodowli roślin i zwierząt i różnym typom selekcji. Omawiają różnice w systemach genetycznych populacji roślinnych i zwierzęcych wynikające z różnic w biologii zapłodnienia i efektu sąsiedztwa. W następnym podrozdziale, traktującym o gospodarce leśnej i rolnej również duży nacisk kładą na hodowlę lasu i hodowlę roślin uprawnych. Hodowla roślin i zwierząt wpływa na bardzo wydatne zubożenie puli genowych populacji. Niesie to ze sobą dwojakiego rodzaju niebezpieczeństwo — skrajne uwrażliwienie genetyczne oraz, poprzez sprzężenie zwrotne, możliwość negatywnych zmian w układach rozrodczych. Wyznaczenie i zabezpieczenie pul genowych ginących rodów, ras, gatunków, itd., stało się ostatnio postulatem niektórych programów państwowych i międzynarodowych.

X. Ekologiczna genetyka ryb. Autorzy wskazują na swoistości stra-

tegie populacyjnej zmienności, obierając za przykład ryby. Szczególną uwagę poświęcają zróżnicowaniu serologicznemu i barierom hybrydyzacyjnym związanym z termostabilnością komórkową (lub mięśniową).

„Ökologische Genetik” można traktować jako kompendium z genetyki ewolucyjnej i genetyki populacji. Na polskim rynku księgarskim nie ma żadnego szerszego opracowania z tej dziedziny. „Genetyka ekologiczna” For-da (PWRiL 1967) jest poświęcona w większości polimorfizmom i ma charakter bardziej praktyczny; nie zawiera też interpretacji matematycznych. Trochę, lecz stosunkowo bardzo niewiele wspólnego materiału zawiera książka Mayra „Populacje, gatunki i ewolucja” (WP 1974), lecz zarówno koncepcja całości, jak i proporcja omawianych zagadnień jest w niej zupełnie inna. Pojedyncze rozdziały poświęcone genetyce populacji znajdują się jeszcze w kilku innych opracowaniach, lecz nie są adekwatne z „Ökologische Genetik”.

Mając na uwadze uniwersalność tematyki i bogactwo najnowszego materiału eksperymentalnego i modelowego, gorąco polecam tę pozycję, głównie ewolucjonistom, populacjologom i genetykom populacji.

Joanna Stachowiak

UWAGI O CHEMOTAKSONOMII ROŚLIN

Diagnoza taksonomiczna jest stosunkowo łatwa przy oznaczaniu jednostek wyższych, począwszy od gatunku wzwyż. Dokładna identyfikacja jednostek niższych od gatunku napotyka jednak na duże trudności; odnosi się to w szczególności do roślin uprawnych, gdzie poszczególne odmiany są nieraz bardzo do siebie podobne.

Stosowana najpowszechniej metoda określania przynależności systematycznej roślin polega na stwierdzeniu podobieństw bądź różnic w budowie morfologicznej ewentualnie również w danych fenologicznych. Nie zawsze dane te wystarczają do identyfikacji odmian uprawnych. W takich przypadkach konieczne stają się przeprowadzenie dodatkowych badań anatomicznych i kariologicznych, co również może nie dać jednoznacznych wyników.

W tych ostatnich przypadkach bardzo pomocne okazały się metody chemotaksonomiczne. Polegają one na analizie poszczególnych związków chemicznych, zawartych w badanych roślinach. Najbardziej precyzyjne są metody serotaksonomiczne, wykorzystujące zdolności organizmów zwierzęcych do tworzenia przeciwciał specyficznych w stosunku do ściśle określonych substancji białkowych, wyodrębnionych z oznaczanych roślin. Metody te są pracochłonne, długotrwałe i drogie.

Znacznie prostsze i łatwiejsze w wykonaniu są metody, polegające na stwierdzeniu występowania lub braku występowania substancji fenolowych, jakie występują powszechnie w roślinach.

Najczęściej stosowana jest metoda „odcisków palców” (nazwa angielska „finger print”). Metoda ta polega na wyekstrahowaniu fenoli roślinnych z liści oraz dwukierunkowym ich rozdzieleniu na chromatogramie cienkowarstwowym. Poszczególne fenole roślinne tworzą wtedy na chromatogramie określony sposób ułożenia czyli „wzór”, charakterystyczny dla poszczególnych jednostek systematycznych, jak np. gatunek czy odmiany botaniczne lub odmiany uprawne (cultivar).

Porównując wzory, utworzone przez substancje fenolowe na chromatogramach, można łatwo stwierdzić ich identyczność czy mniejszy lub większy stopień podobieństwa, podobnie jak to ma miejsce przy porównywaniu odcisków palców przy identyfikacji osób. Stąd też pochodzi nazwa metody. Wystarcza bowiem porównanie wzoru rozmieszczenia plam na chromatogramie bez konieczności identyfikacji poszczególnych substancji.

Opracowano także odpowiednie metody statystyczne, pozwalające na wnioskowanie w przypadkach, kiedy brak jest różnic jakościowych lub też są one niewielkie, a występują wyraźne różnice ilościowe.

Metoda „finger print” zasługuje na uwagę i szersze zastosowanie, zwłaszcza dzięki swej prostocie i łatwości wykonania.

Stanisław Muszyński

KANAŁY PROTONOWE I CZĄSTECZKOWE GENERATORY ELEKTROSTATYCZNE*

Badana w ostatnich latach przepuszczalność błon względem protonów odgrywa istotną rolę w mechanizmie oksydacyjnej fosforylacji i fotofosforylacji. Znane są dwa

* E. A. Liberman: Protonnyje kanały i molekularnyje elektrostatičeskie generatory, *Biofizyka*, 1975, t. 20(6), 1132.

zasadnicze typy przenikania protonów: rozkojarzające fosforylację oksydacyjną przenośniki protonów i kanały (gramicydyna A). Kanały protonowe mogą powstawać przy udziale niewielkich spiralnych cząsteczek typu gramicydyny A i części α -spiralnych białek. Nieuwodnione protony mają prawdopodobnie rozmiary 0,5—0,6 Å i mogą przemieszczać się wzdłuż osi α -spiralnych części cząsteczek białkowych, gdzie cząsteczki wody nie mogą się zmieścić. Kanały —H^+ odgrywają prawdopodobnie ważną rolę w funkcji cząsteczek białkowych.

1. ATP-azy, generujące potencjał membranowy w cząstkach fosforylujących, powinny posiadać kanał protonowy. Istotne dla efektywnego przekształcenia chemicznej energii hydrolizy



jest zabezpieczenie przejścia protonów ze środowiska hydrofobowego z $\epsilon \sim 2$ do wody z $\epsilon \sim 80$ bez straty energii cieplnej. Do tego celu niezbędny jest kanał —H^+ z przemianą polaryzacją. Polaryzacja α -spirały białka, tworzącej kanał protonowy, może się zmieniać dzięki bocznym grupom aminokwasów. ATP-aza posiadająca tego rodzaju kanał jest efektywnym generatorem napięcia. Jest to chemoelektrostatyczny a nie chemoosmotyczny generator energii elektrycznej.

2. Kanały protonowe pozwalają na efektywne wykorzystanie ruchu elektronów wewnątrz cząsteczki lub przekazywanie elektronów między cząsteczkami dla wytwarzania prądu elektrycznego. Bakteriorodopsyna na skutek pochłonięcia kwantów światła przemieszcza elektron wzdłuż cząsteczki retinalu i uwalnia proton do kanału protonowego prowadzącego z hydrofobowej części błony do wody. Dehydrogenazy i cytochromy w ślad za elektronami przesuwają protony (H^+) do kanałów protonowych i przekazują je witaminie K, CoQ i $\text{QH}^\cdot$. W wyniku tego powstają $\text{KH}^\cdot$, $\text{QH}^\cdot$ i QH_2 , które oddając elektrony uwalniają protony do kanałów końcowych.

3. Stosunkowo sztywny kanał protonowy umożliwia przekształcenie energii chemicznej w mechaniczną. Taki kanał podczas przejścia protonów zapewnia ukierunkowany ruch makroskopowy w polu ustabilizowanych ładunków lub innych ruchomych ładunków. Kanał protonowy z oscylującą polaryzacją przekształca energię hydratacji protonów w pracę mechaniczną.

4. Prawdopodobnie kanały protonowe przemieszczają się za pomocą takiego mechanizmu w błonach bakterii. Wystarczy umożliwić przejście przez nie jonów H^+ do komórki, usuwane pompami H^+ pracującymi dzięki hydrolizie ATP-az (przenoszących elektrony podczas utleniania lub pochłaniania światła). Z przemieszczalnymi kanałami protonowymi prawdopodobnie związane są giętkie, ruchliwe „ogony” białkowe, których mechaniczne przemieszczenie zapewnia ruch.

5. Miozyna w mięśniach poprzecznie prążkowanych jest ATP-azą i musi wykorzystywać elektrostacyjną energię hydratacji jonów H^+ do pracy mechanicznej. Można przypuszczać, że podwójna α -spirała, długiej, „ogonowej” części cząsteczki, stanowi kanał protonowy lub dwa kanały protonowe, i przeprowadza takiego rodzaju przemieszczenie. Przykładem tego rodzaju przekształcenia może być elektroskop. ATP-aza miozyny jest aktywowana jonami Ca^{2+} , które łączą się z aktywną nicią poprzez troponinę. Dopóki główka cząsteczki miozyny jest połączona z aktywną nicią ATP-azy kanały „pracują” i „napełniają” protonami. Kanały są „rozpychane” siłami elektrostacyjnymi i skracają nicię miozyny na tym odcinku. Powstałe aniony ADP^{4-} i PO_4^{3-} uzyskują lokalnie duże stężenie i wiążą jony Ca^{2+} a tym samym główkę miozyny. ATP-aza przestaje „pracować”, protony opuszczają kanały i cząsteczka miozyny wydłuża się, i przesuwa swą „głowę” wzdłuż aktywnej nici aż do połączenia z następnym jodem Ca^{2+} związanym z troponiną. Taki może być mechanizm zapewniający ślizganie się nici.

6. Przesuwanie się kanałów protonowych wewnątrz cząsteczek białkowych może powodować ukierunkowane zmiany konformacji. Na przykład enzymy hydro-

lityczne mogą wykorzystać swobodną energię hydratacji protonów dla ukierunkowanego przejścia konformacyjnego przyspieszającego kolejne limitujące stadia reakcji. Na przykład dopóki protony wędrują przez kanały z przemenną polaryzacją do wody, kanał porusza się tak, że produkty reakcji szybciej opuszczają swe miejsce. Po opuszczeniu przez protony kanału siły elektrostatyczne zanikają, cząsteczka przyjmuje poprzednią konformację i szybko wiąże substrat.

7. ATP-azy przenoszące jony Ca^{2+} , K^{+} i Na^{+} mogą pracować dzięki bliskiemu kontaktowi przenoszonych jonów z kanałem protonowym ATP-azy — generatora elektrostatycznego.

Konstancja Jakutowicz

REAGOWANIE ALBUMINY LUDZKIEJ I LUMINOLU*

Albumina w surowicy ludzkiej spełnia rolę transportera. Klotz ustalił, że albumina surowicy wiąże różnorodne substancje organiczne i jony nieorganiczne. Autor przypuszcza, że kompleksy z białkiem powstają drogą oddziaływania elektrostatycznego.

Kepka i Grossweiner uważają, że centrami wiążącymi eozyne w białku są reszty tryptofanu.

Moller i współpracownicy przeprowadzili pomiary potencjału elektrostatycznego w centrum albuminy w chwili powstawania kompleksu z czerwienią fenolową i stwierdzili, że współczynnik oddziaływania elektrostatycznego jest mniejszy niżby wynikało z teorii Debye-Hückel.

Weber, analizując dane dotyczące wiązania małych cząsteczkowych substancji przez białka, doszedł do wniosku, że hipoteza tautomeryczna nie może wyjaśnić wielu naukowo poznanych faktów.

Charakter oddziaływania białka z substancjami organicznymi nie jest więc dostatecznie poznany, mimo że to zagadnienie ma duże znaczenie dla wyjaśnienia mechanizmu wiązania i transportu różnych substancji przez albuminę surowicę. W związku z tym autorzy badali zmiany chemiluminescencji i fluorescencji luminolu w roztworach albuminy krwi ludzkiej. Luminol posiada dużą kwantową wydajność chemiluminescencyjną i w badaniach przyrodniczych jest szeroko stosowany dla badania i oznaczania bioantyoksydantów, a w chemii analitycznej dla oznaczania najróżniejszych substancji.

W badaniach stosowano albuminę surowicy produkcji Reanal (Węgry) i luminol produkcji Chemapol (Czechosłowacja).

Badano zmiany intensywności chemiluminescencji luminolu po dodaniu do roztworu albuminy. Dodanie do roztworu luminolu roztworu białka w stężeniu $0,25 \cdot 10^{-5}$ M powodowało wzrost intensywności świecenia prawie o 40%. Jeśli jednak stężenie białka w roztworze wynosiło $1 \cdot 10^{-5}$ M intensywność świecenia luminolu wzrastała ponad 2 razy. Natomiast przy stężeniu białka (albuminy) $4 \cdot 10^{-5}$ M intensywność świecenia luminolu wzrastała tylko 3 razy. Charakter zależności chemiluminescencji luminolu od stężenia albuminy surowicy przypomina krzywą adsorpcji Langmuira. Na tej podstawie można przypuszczać, że zmiana intensywności świecenia zależna jest od procesów sorpcyjnych. Występowanie takiej zależności można prześledzić badając zmiany parametrów fluorescencji.

Fluorescencję luminolu wzbudza się promieniowaniem o długości fali 365 nm, maksimum leży ok. 405 nm. Dodanie albuminy surowicy w stężeniu $2,0 \cdot 10^{-4}$ M do

* M. S. Buturlakin, W. G. Kisieliewa, W. P. Szmielew: Wzajemodziaływanie sywo-rotozonozgo albumina czelowieka i luminola, Biofizyka, t. 20, (6), 975, 1975.

roztworu luminolu powoduje przesunięcie maksimum fluorescencji luminolu ku dłuższym falom na ok. 8–10 nm, a intensywność świecenia spadała o 20%. Wzrost stężenia albuminy w roztworze luminolu do $2,5 \cdot 10^{-4}$ M powodował przesunięcie maksimum fluorescencji ku dłuższym falom o 14–15 nm, a intensywność świecenia spadała o 40%.

Korzystając z danych zależności fluorescencji luminolu od stężenia albuminy wyznaczono stałe wygaszania. Wygaszanie fluorescencji luminolu występuje w zakresie stężenia albuminy $1 \cdot 10^{-4}$ – $4 \cdot 10^{-4}$ M, które jest prawie o dwa rzędy mniejsze niż w procesie wygaszania wywołanego dyfuzją. Istnieje więc prawdopodobieństwo powstawania kompleksu luminolu z albuminą surowicy.

Jednak procesy wygaszania fluorescencji luminolu występują przy stężeniach białka większych o rząd niż przy wzroście chemiluminescencji. Chemiluminescencję luminolu wiąże się z obecnością w mieszaninie tlenu. W związku z tym w oparciu o wcześniejsze prace Pawłowskiej i Pasinskiego, według których w zwykłych warunkach 1 mol białka może związać ok. 1 mol tlenu, można przypuszczać, że przy stężeniach albuminy $0,25 \cdot 10^{-5}$ – $4 \cdot 10^{-5}$ M ma miejsce wypieranie tlenu przez cząsteczki luminolu, czemu towarzyszy chemiluminescencja.

A więc wpraw ma miejsce wypieranie z centrów sorpcyjnych tlenu albuminy, a następnie prawdopodobnie powstają kompleksy białka z luminolem.

Konstancja Jakutowicz

BADANIE CHEMILUMINESCENCJI KOMÓREK NORMALNYCH I NOWOTWOROWYCH ZAINICJOWANEJ DODANIEM WODY UTLENIONEJ*

Jest już ogólnie przyjęte, że w procesie rozwoju nowotworu następuje zmiana intensywności chemiluminescencji. Mimo niskiej intensywności rejestrowanego sygnału (dziesiątki lub setki impulsów na minutę) metody pomiaru chemiluminescencyjnego są dostatecznie czułe w badaniu kinetyki przebiegu i mechanizmu procesów fizyko-chemicznych, układów antyoksydacyjnych komórek itp.

Wiadomo również, że zmianom nowotworowym towarzyszą zmiany w aparacie syntetyzującym białko; przy tym przekształceniu zachodzi zmiana wzajemnego stosunku ilościowego poszczególnych składników.

Badanie chemiluminescencji przeprowadzono na zawieszinie normalnych i nowotworowo zmienionych komórek grasicy myszy. Z homogenizowanych tkanek przygotowywano zawiesinę w 1 M roztworze sacharozy. Do badań wykorzystano płyn nad osadu. Pomiaru chemiluminescencji rozpoczynano w ciągu trzech godzin po otrzymaniu zawiesiny komórek (10^6 komórek zajmowało powierzchnię $4,5 \text{ cm}^2$). Do zainicjowania chemiluminescencji stosowano 3% wodę utlenioną.

Poziom spontanicznej chemiluminescencji normalnych i nowotworowych komórek wynosił odpowiednio 150 imp/sek i 25 imp/sek. Niski poziom spontanicznej chemiluminescencji uniemożliwia bezpośrednie badania. Wzrost intensywności chemiluminescencji można uzyskać w obu przypadkach przez dodanie wody utlenionej (o 1–3 rzędy). Wielokrotnie powtarzane pomiary wykazały, że intensywność chemiluminescencji komórek nowotworowych jest 3–4 razy większa niż komórek normalnych.

Zmiany intensywności chemiluminescencji komórek normalnych po dodaniu wody utlenionej nie zależą od wieku zwierząt tj. intensywność nie zależy od wieku.

* A. K. Goworun, W. I. Lewin, A. I. Swirnowskij, S. N. Czerenkiewicz, I. W. Reznikow: Issledowanie inicjowania pieroksisu wodoroda chemiluminescencji kłetek normalnych i opucholiewej tkaniej, Biofizyka, t. 19, n 1, s. 100, 1974.

U niektórych zwierząt (2-miesięczne), u których zmiany w grasicy można uważać za przedleukemiczne, stwierdzono poważny wzrost intensywności po dodaniu wody utlenionej — równy poziomowi komórek leukemicznych.

Nie wykryto istotnych różnic w intensywności chemiluminescencji komórek regenerujących tkanek w porównaniu z komórkami myszy nienaruszonych. Dlatego słuszny jest wniosek, że zainicjowana przez wodę utlenioną chemiluminescencja leukemicznych komórek w porównaniu z normalnymi jest wynikiem transformacji tych komórek.

W tej chwili nie rozporządzamy przekonującymi danymi, pozwalającymi na łączenie różnicy w intensywności, zainicjowanej przez wodę utlenioną, chemiluminescencji w leukemicznych i normalnych komórkach z przemianą odpowiednich substancji chemicznych. Przypuszczenie, że różnice są wywołane zmianą stężenia lub aktywności substancji katalizujących rozkład wody utlenionej lub ilością wyjściową lub sposobem zaniku wolnych rodników w komórkach, wymaga doświadczalnego potwierdzenia.

Konstancja Jakutowicz

BADANIA CHEMILUMINESCENCYJNE WPŁYWU TEMPERATURY NA KONFORMACJĘ FIBRYNOGENU*

Fibrynogen stanowi substrat, z którego pod wpływem proteazy — trombiny — powstaje fibryna tworząca skrzep. Z tego to względu białko krwi przyciągało uwagę badaczy. Jednak mimo dużego zainteresowania brak dotychczas ogólnie przyjętego modelu cząsteczki.

Badania nad stopniem polaryzacji fluorescencji i położenia maksimum widma fluorescencji (zależnie od temperatury) wykazały, że w zakresie 20—40°C występuje stopniowy spadek intensywności fluorescencji przy wszystkich badanych pH 3,0—11,0. Większy, szybszy spadek intensywności fluorescencji występuje w zakresie temperatury 45—70°C. Jednak moment wystąpienia nagłego spadku intensywności zależy w znacznym stopniu od pH środowiska. W zakresie niskiego pH spadek intensywności jest równomierny. W roztworach o pH — 7,0 intensywniejszy spadek fluorescencji występuje przy wyższej temperaturze niż w środowisku o pH—9,3. Przy pH 4,5 i 11,0 nagle zmiana intensywności fluorescencji jest mniej wyraźna i występuje przy niższej temperaturze niż przy pH 7,0.

Przesunięcie maksimum widma fluorescencji następuje w tej samej kolejności jaką ustalono przy zmianie intensywności fluorescencji. Próby przeprowadzone w temperaturze 80°C wykazały, że przesunięcie maksimum w kierunku dłuższych fal ma charakter nieodwracalny. Wskazuje to prawdopodobnie na poważne zmiany strukturalne w cząsteczce fibrynogenu (przemieszczenie niektórych reszt tryptofanu). Zanikowi intensywności fluorescencji w układach modelowych (pochodnych indolu) nie towarzyszy przemieszczenie maksimum.

Mniejszy zakres temperatury przejścia i wyższa wartość temperatury połowicznego przejścia fibrynogenu przy pH = 7,0 wskazuje na większą odporność na zmiany temperatury i na większą kooperatywność zmian strukturalnych w porównaniu ze zmianami przy innych wartościach pH środowiska. Przebieg krzywych zmian, w środowisku o innych wartościach pH, wskazuje na zakłócenie wewnątrzcząstecz-

* S. W. Koniew, M. A. Katibnikow, W. A. Bandarin, D. Njamaa, E. W. Barowski: Ljuminescentnoje issledowanie wlijanija tiemperatury na konformacjonnoe sostojanije fibrynogena, *Biofizyka*, t. 20, (4), 586, 1975.

kowej równowagi elektrostatycznej połączonej z przebudową struktury, której towarzyszy spadek termostabilności.

Zmiany strukturalne fibrynogenu, zależne od temperatury, badano przy zastosowaniu kompleksu fluoryzującego wrażliwego na zmiany konformacji białko+ANS. Spadek intensywności fluorescencji w zakresie temperatury 20–45°C przebiega równomiernie przy wszystkich badanych pH środowiska. Dalsze podniesienie temperatury prowadzi do wzrostu intensywności fluorescencji z wyjątkiem roztworu o pH 3, 0 i 11,0 środowiska.

Zmiany stopnia fluorescencji mają bardziej złożony przebieg. Powolny spadek stopnia polaryzacji fluorescencji fibrynogenu występuje do 40°C (pH: 4,5, 7,0, 9,3), przy czym wyjściowy stopień polaryzacji fluorescencji jest zależny od pH i jest najwyższy dla pH 4,5 a najniższy dla pH 9,3. W zakresie 40–55°C następuje gwałtowny spadek stopnia polaryzacji fluorescencji, a następnie wzrost — prawie do wartości wyjściowych (pH 4,5, 7,0). W roztworach o pH 9,3 powolny spadek stopnia polaryzacji fluorescencji (20–45°C) przekształca się w gwałtowny wzrost do wartości znacznie przewyższających wartości wyjściowe. Stopniowe zmiany polaryzacji fluorescencji fibrynogenu wskazują prawdopodobnie na brak zmian konformacji w cząsteczce fibrynogenu i są związane ze wzrostem relaksacyjnej ruchliwości sondy—ANS fluorescencyjnej wraz z temperaturą. W środowisku obojętnym (pH 7,0) zmianom tym nie towarzyszy denaturacja cząsteczki fibrynogenu.

Nagły wzrost intensywności i stopnia polaryzacji fluorescencji przy wyższych temperaturach (50–55°C) wskazuje na zmiany struktury fibrynogenu prowadzące sondę—ANS do stanu bardziej ograniczonego sterycznie (relaksacyjnie). W tym zakresie temperatury fibrynogen traci swe właściwości biologiczne (zdolność przejścia w fibrynę) tj. zmiany mają charakter denaturacji. O denaturacji prawdopodobnie świadczy również przesunięcie maksimum absorpcji sondy—ANS od 480 do 470 nm.

Analiza danych dotyczących fluorescencji (w ultrafiolecie) fibrynogenu i kompleksu ANS—fibrynogenu wskazuje, że w zakresie 40–50°C w obojętnych roztworach wodnych zachodzą zmiany strukturalne w cząsteczce fibrynogenu o charakterze niedenaturacyjnym. Dalszy wzrost temperatury prowadzi do zmian strukturalnych o charakterze denaturacyjnym.

Konstancja Jakutowicz

KINEMATYKA UDZIAŁU Fe^{2+} W UTLENIANIU LIPIDÓW I MOŻLIWOŚCI CHEMILUMINESCENCYJNEGO OZNACZANIA HYDRONADTLENKÓW*

Schemat przebiegu łańcuchowego procesu utleniania lipidów w obecności dwuwartościowych jonów żelaza opisano we wcześniejszych pracach. Ze względu na złożoność procesu rozwiązanie układu równań jest możliwe tylko drogą obliczeń, podczas gdy dla zrozumienia kinetyki procesu dogodniejsze jest analityczne rozwiązanie uproszczonego układu równań. W tym celu należy zrobić następujące założenia:

1. Powstanie nowego łańcucha reakcji utleniania lipidów jest możliwe tylko po rozpadzie istniejących cząsteczek hydronadtlenków (ROOH) pod wpływem jonów Fe^{2+} .

2. Stężenie tlenu $[\text{O}_2]$, lipidów $[\text{RH}]$ i jonów $[\text{Fe}^{2+}]$ jest stałe w okresie badania.

* Ju. M. Petrenko, D. I. Roszczupkin, Ju. A. Władimirow; Kinetyka wzajemodziań zakwaszonego żelaza z okislonnymi lipidami i możliwość chemiluminescentnego opredzielenia gidropiereksiej. Biofizyka, t. 20, (4), 608, 1975.

3. Przerwanie łańcucha reakcji występuje przede wszystkim na jonach Fe^{2+} lub cząsteczce drugiego antyoksydanta InH . Jest to słuszne, jeśli $[\text{Fe}^{2+}] \gg [\text{InH}]$ a stałe szybkości odpowiednich reakcji z rodnikami RO_2 (K_9 i K_7) są wielkościami tego samego rzędu.

Wyniki doświadczalne uzyskane z rozwiązania układu równań wskazują, że wprowadzenie do benzolo-metylowego roztworu utlenionego kwasu linolowego (10^{-4}M) $1\mu\text{M}$ FeSO_4 wywoływało znaczny wzrost zawartości skoniugowanych dienów (maksimum absorpcji przy 235 nm) a dalsze wprowadzenie 10 mM FeSO_4 wywoływało silny błysk (180 umownych jednostek). Wprowadzenie do takiego roztworu dalszych ilości 10 mM FeSO_4 nie wywoływało zmiany pochłaniania przy 235 nm oraz nie wywoływało błysku. Krytycznie stężenie Fe^{2+} dla roztworów lipidowych leży w granicach 10^{-6} – 10^{-2} M.

Ze względu na możliwość oznaczenia stężenia hydronadtlenków ciekawe jest prześledzenie procesu o charakterze zanikającym. Na ogół stężenie rodników nadtlenkowych a w konsekwencji intensywność chemiluminescencji (w oparciu o rozwiązanie równań) nie tylko zależy od ich stężenia wyjściowego, lecz również od $[\text{RH}]$. Jednak istotny wkład do intensywności świecenia powinny wносить odtwarzające się rodniki. Z rozważań autorów wynika, że w wypadku stężenia Fe^{2+} , znacznie przekraczającego graniczne stężenie, rodniki nadtlenkowe występują jako produkty pośrednie procesu utleniania oraz że intensywność świecenia praktycznie zależy od stężenia nadtlenków a nie lipidów.

Rozważania i badania autorów prowadzą do doświadczalnego udowodnienia słuszności równania i możliwości dokładnego (po skalibrowaniu chemiluminometru) pomiaru stężenia nadtlenków lipidów poprzez rejestrację błysku chemiluminescencyjnego indukowanego jonami Fe^{2+} .

Konstancja Jakutowicz

BADANIE BŁYSKU CHEMILUMINESCENCYJNEGO I NADTLENKOWEGO UTLENIANIA LIPIDÓW W BŁONACH ERYTROCYTÓW*

Szereg autorów wykazało, że podczas uszkodzenia organizmu występuje wzmożenie spontanicznej chemiluminescencji tzw. błysku, co wyjaśnia się przyspieszeniem procesów autooksydacji lipidów strukturalnych. W związku z powyższym wykorzystuje się to zjawisko jako kryterium braku uszkodzenia struktury błony. Zagadnienie to jednak nie jest ostatecznie wyjaśnione.

Celem tej pracy jest wyjaśnienie zależności między błyskiem chemiluminescencyjnym a nadtlenowym utlenieniem lipidów błon. Badania przeprowadzono na erytrocytach, których błony są najlepiej zbadane. Błyski chemiluminescencyjne wywoływano działaniem 40% formaliny (formalina działając na składniki białkowe błon tworzy układy cykliczne odsłaniając składniki lipidowe, co prowadzi do intensywnego samoutlenienia). Sygnały rejestrowano na standardowym urządzeniu wyposażonym w detektor FEU—42. Stopień nadtlenkowego utlenienia oznaczano spektrofotometrycznie (na podstawie widma absorpcyjnego i fluorescencyjnego). Cienie erytrocytów inkubowano w termostacie przy 37°C przez osiem dni w izotonicznym buforze fosforanowym. Codziennie przeprowadzano ekstrakcję lipidów.

W ciągu czterech pierwszych dni inkubacji gęstość optyczna roztworów praktycznie się nie zmieniała przy 235 nm, będąc równa kontrolnej. Po 5–6 dniach

* I. W. Lewina, W. E. Nowikow, T. D. Jesakow, Ju. M. Petrsiewicz, B. N. Tarusow: Izuczenie wspanyszki chemiluminescencji i pierokisnogo okislenija lipidow w miembranach erytrocytow, Biofizyka, t. 29, (5), 944, 1975.

wzrastała ona gwałtownie, a następnie spadała w porównaniu do roztworu kontrolnego. Podobny przebieg miały zmiany przy 270 nm (pochłanianie przy 233 nm należy przypisać skonjugowanym dienom, a przy 270 nm pochłaniają dalsze produkty utleniania — skonjugowane trieny i aldehydy). Intensywność błysku chemiluminescencyjnego równie gwałtownie wzrasta po upływie jednej doby. Intensywność fluorescencji przy 430 nm (skonjugowane trieny i aldehydy nie fluoryzują) wzrastała nieznacznie w ciągu piątego dnia, a w późniejszych terminach znacznie silniej. Podobnie wzrastała fluorescencja przy 500 nm.

Tak więc w chwili występowania wysokich stężeń końcowych produktów utleniania nadtlenkowego w błonie (siódma i ósma doba) nie można wywołać błysku chemiluminescencyjnego. Prawdopodobnie formalina wprowadzona do zawiesiny cieni erytrocytów już nie może aktywować świecenia, ponieważ proces nadtlenkowego utleniania zakończył się w czasie inkubacji w zawiesinie. Indukowanie błysku jest możliwe tylko wówczas, gdy utlenianie nadtlenkowe znajduje się na poziomie próby kontrolnej, a gwałtowny wzrost intensywności błysku świadczy o tym, że towarzyszy mu intensywny proces utleniania lipidów. Wystąpienie błysku chemiluminescencyjnego prawdopodobnie świadczy o braku uszkodzenia struktury błony lub o nieznacznej jej modyfikacji.

Konstancja Jakutowicz

FOTOPRZEWODNICTWO MIKROFALOWE UKŁADÓW FOTOSYNTETYZUJĄCYCH*

W szeregu badań stwierdzono fotoindukcyjne zmiany dielektryczne przenikliwości układów fotosyntetyzujących w zakresie częstości 10^{10} herców. Autorzy postanowili sprawdzić charakter tych zmian tj. czy nie zachodzi przypadkiem zwykła jonizacja pigmentów.

Badania przeprowadzono głównie z zawiesiną *Chlorella pyrenoidosa*, a tylko część badań przeprowadzono ze świeżymi liśćmi niektórych roślin wyższych.

Uzyskane pod wpływem światła białego lub monochromatycznego sygnały przenikliwości mikrofalowej można zaliczyć do dwóch różniących się typów, których przebieg w czasie był odmienny. Tylko świeże kultury *Chlorelli* i świeżo zerwane liście dawały sygnał typu I. Znak sygnału mikrofalowej przenikliwości po osiągnięciu wartości stacjonarnej pokrywa się ze znakiem sygnału krzemu. Natomiast słabo syntetyzujące kultury *Chlorelli* lub znajdujące się długi czas w rezonatorze względnie hodowane przy niedoborze CO_2 dają krzywą typu II. Po włączeniu światła przenikliwość wzrasta do pewnego poziomu stałego, na którym utrzymuje się przez jakiś czas. Próbkę świeżo przygotowane dające sygnał typu I w miarę upływu czasu zmieniają kształt sygnału, który ostatecznie przechodzi w sygnał typu II. Przejście krzywej typu I w krzywą typu II można przyspieszyć przez podgrzanie próbki do 65—70°C względnie przez zwiększenie intensywności światła. W próbkach dających od razu sygnał typu II nie zmienia się charakter krzywej, lecz zmienia się jedynie ilościowo, mianowicie wartości się obniżają.

Widmo podgrzanych próbek wykazuje pewne istotne zmiany. Wyniki doświadczenia wskazują, że sygnałów mikrofalowych próbek fotosyntetyzujących nie można wyjaśnić powstawaniem pod wpływem światła wolnych lub słabo związanych łańdunków, od których zależy sygnał mikrofalowego przewodnictwa w zwykłych przewodnikach światła. W czasie podgrzewania nie zmienia się stężenie pigmen-

* L. A. Blumenfeld, O. P. Samożłowa, I. S. Sołowowiew: O prirodie mikrowolnowoj fotoprowodimosti fotosintezirujuszczich objektow, *Biofizyka*, t. 19, s. 87, 1974.

tów, lecz zmienia się bardzo silnie nie tylko intensywność, lecz również znak sygnału. Wyrażna zależność sygnału mikrofalowego od intensywności fotosyntezy i historii próbki wskazuje, że nie jest to jonizacja pigmentów, lecz że są to procesy bardziej złożone, związane z fotosyntezą.

Konstancja Jakutowicz

EKOROZWÓJ—DALSZE POSTĘPY TEORETYCZNE

Na III posiedzeniu Rady Zarządzającej UNEP w 1975 r. zostało po raz pierwszy sformułowane pojęcie ekorozwoju (écodeveloppment)¹. Ustalono wówczas, że sprawom ekorozwoju poświęcony będzie specjalny punkt porządku dziennego IV Sesji w 1976 r. Z materiałów tej sesji wynika jednak, że w dziedzinie tej nie można jeszcze było uzyskać na tyle znaczących postępów, by zająć nimi uwagę sesji obszernej. Warto jednak zapoznać się z podstawowymi tezami dokumentu, który zgodnie z uprzednimi decyzjami włączony został do materiałów sesji pt. Ecodevelopment.

Stwierdza się tam przede wszystkim, że termin ten ukuł dr Maurice Strong, pierwszy dyrektor zarządzający programu UNEP, mając na myśli rozwój (ekonomiczny) racjonalny z punktu widzenia ekologii. Dokument zawiera także rozwiniętą definicję ekorozwoju, która opiera się na założeniu, że „na poziomie regionalnym i lokalnym, rozwój powinien przebiegać jako funkcja możliwości określonego regionu, w zrozumieniu wielkiego znaczenia adekwatnego i racjonalnego używania zasobów naturalnych, podobnie jak na zastosowaniu stylów technicznych (nowacje i asymilacje) i postępowania organizacyjnego szanujących naturalne ekosystemy oraz lokalne struktury socjalno-kulturowe”.

W toku przygotowań do sesji okazało się, że ustalenie „metodologii dającej się zastosować przy planowaniu ekorozwoju jest zadaniem trudnym, że na razie możliwe jest przygotowanie raportu wstępnego. Raport ostateczny będzie mógł być przedstawiony dopiero za rok po uzgodnieniu z innymi organami ONZ. Planiści powinni uwzględniać nie tylko „problemy przyrodnicze, lecz także struktury ekonomiczne, systemy komunikacji, wreszcie granice społeczno-kulturalne, polityczne i administracyjne, które ludzie sami sobie narzucają”. Ekorozwój powinien stać się metodą planowania przede wszystkim w krajach rozwijających się, przy czym, zgodnie z deklaracją w Cocoyoc kraje te powinny liczyć więcej na siebie. Deklaracja ta zachęca do „adaptacji i opracowania technik lokalnych”, do autonomicznego określania własnych celów. Wzajemne oddziaływanie struktur społecznych oraz czynników przyrodniczych jest słabo rozpoznane. Potrzebne są prace teoretyczne i metodologiczne.

Planowanie ekorozwoju w krajach rozwiniętych jest oczywiście również niezbędne, lecz UNEP postanowił zająć się przede wszystkim sytuacją w krajach rozwijających się. W krajach rozwiniętych zebrano wiele informacji naukowych pozwalających stosować prawidłowe zasady ekorozwoju. W krajach rozwijających się sytuacja jest odmienna. Trzeba dopiero zbierać informacje o praktykach społeczno-ekonomicznych, o zasobach biofizycznych, o poziomie technologicznym krajów.

Wielką trudność stanowi brak łączności między kolektywami lokalnymi (ludnością) i planistami. Dokument UNEP dotyczący „strategii” dalszego postępowania zaleca opracowanie podręcznika ekorozwoju i serii monografii, stworzenie projektu pilotującego dla określonej strefy geograficznej (w Afryce).

„Wstępne wnioski” podane w dokumencie są następujące: a — ekorozwój powinien stanowić integralną część polityki narodowej i zaangażowania narodowego

¹ Por. W. Michajłow, Kosmos, 5, 1975.

w kierunku strategii rozwoju integrowanej i racjonalnej z punktu widzenia środowiska, b — należy zestawzić wstępne wiadomości w kontekście planów rozwoju, ażeby zapewnić, że działania przewidziane w planie doprowadziły do wyników rzeczywiście korzystnych i trwałych, c — trzeba uznać, że populacje lokalne mogą wnieść wkład do ekorozwoju i włożyć wysiłki w opracowaniu technik zdolnych zapewnić lokalne uczestnictwo w procesie planowania, d — zakres organizacji jednostek podstawowych planowania powinien być określony jako funkcja konieczności zachęty dla udziału lokalnego, powinny one zmierzać do scalenia danych szczegółowych dotyczących warunków lokalnych, e — wydaje się celowe dysponować w skali projektu jednostką całościową, ogólną, zajmującą się koordynacją działania, zdolną do ustalania, nadzorowania i zmiany planów, f — trzeba będzie czuwać nad poszczególnymi projektami, aby wyniki wszystkie zgodne były z celami rozwoju, społeczeństwa muszą wnieść swój wkład do sprawy nadzoru”.

Jak widać, sprawa teorii ekorozwoju rzeczywiście nie o wiele posunęła się naprzód w ciągu jednego roku (co zresztą było do przewidzenia). Z dokumentu wynika jednak jasno, że warunkiem praktycznego stosowania ekorozwoju jest nie tylko zrozumienie społecznej wagi sprawy oraz posiadanie odpowiednich informacji naukowych, ale także gospodarka planowa.

Wł. Michajłow

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

TRZECIE ZGROMADZENIE OGÓLNE KOMITETU NAUKOWEGO PROBLEMÓW ŚRODOWISKA (SCOPE)

W dniach 17—19 maja 1976 r. odbyło się w Paryżu, w gmachu UNESCO III. Zgromadzenie Ogólne SCOPE, Komitetu działającego w ramach Międzynarodowej Rady Unii Naukowych (ICSU). Było to kolejne regulaminowe zgromadzenie po spotkaniu Rady SCOPE, która obradowała w Moskwie w zimie 1974 r.¹

Polska uczestniczy oficjalnie w pracach Komitetu od 1974 r. poprzez Komitet Naukowy Prezydium PAN „Człowiek i środowisko”, będący równocześnie Komite-tem Narodowym SCOPE. Na Zgromadzeniu paryskim reprezentował nasz Komitet piszący te słowa. Zgromadzenie Ogólne SCOPE zostało poprzedzone sesją nadzwyczajną, na której obecny Prezes, W. Kowda (ZSRR) przedstawił proponowane zmiany w statucie organizacji, uprzednio dyskutowane w trybie korespondencji i regionalnych spotkań. Po krótkiej dyskusji Zgromadzenie akceptowało nowy statut Komitetu. Najbardziej istotne zmiany, mające na celu „demokratyzację” organizacji, usprawnienie jej działania oraz oszczędniejsze gospodarowanie środkami polegają na: 1 — zniesieniu tzw. Rady Komitetu, organu pośredniego pomiędzy Biurem oraz Zgromadzeniem Ogólnym, zwoływanego w okresie między zgromadzeniami (uprzednio zgłoszony wniosek polskiego Komitetu narodowego); 2 — przekształceniu Biura na Komitet wykonawczy, w skład którego wchodziłby (podobnie jak to ma miejsce w innych organizacjach rodziny ICSU, na jedną kadencję poprzedni prezydent, oraz — poza prezydentem, jego zastępcami, sekretarzem generalnym i skarbnikiem pięciu wybranych członków (trzech z ramienia komitetów narodowych i dwóch — z Unii Naukowych). Komitet Wykonawczy obradujący co najmniej dwa razy do roku może zwoływać posiedzenia rozszerzone dopraszając na nie członków SCOPE oraz ekspertów; 3 — Zgromadzenia ogólne odbywają się z reguły raz na trzy lata.

W dyskusji nad nowym statutem, który następnie uchwalony został jednomyślnie, podnoszono m. in. postulat uczestnictwa w komitecie tylko tych Unii naukowych, które wspierają SCOPE finansowo oraz ewentualnego „zmajoryzowania” przez Unie (ze SCOPE współpracuje ich 17) komitetów narodowych. Tegoż dnia nastąpiło oficjalne otwarcie Zwyczajnego Zgromadzenia Ogólnego (działającego już na podstawie nowego statutu, zatwierdzonego w międzyczasie przez przedstawicieli ICSU). W przemówieniu inauguracyjnym, Prezydent Unii W. A. Kowda (ZSRR) powiedział m. in. o tym, że nie zamierza kandydować na to stanowisko powtórnie. W imieniu Francuskiego Komitetu Narodowego gorąco powitał zebranych jego przewodniczący, prof. R. Truhaut. Z ramienia władz UNESCO przemawiał, jak zawsze rzeczowo i zwięźle, dyr. M. Batisse, który podkreślił z jednej strony konieczność i możliwość współpracy organizacji międzyrządowych i nierządowych, a więc także programu „Człowiek i biosfera” UNESCO i SCOPE, akcentując, że SCOPE w przeciwieństwie do innych programów ma zadania czysto naukowe. „Komplementarny” charakter tych stosunków pozwala na dalszą współpracę, którą utrudnia ostatnio przede wszystkim ciężka sytuacja finansowa wszystkich organizacji międzynarodowych. Przedstawiciel UNEP, dyr. S. Evteev, poinformował o programie tej organizacji ONZ oraz wskazał na istotną i rzeczową (bogato zresztą finansowaną) współpracę ze SCOPE. Przedstawiciel WMO powitał zebranych w imieniu Międz. Orga-

¹ Por. W. Michajłow — SCOPE — Komitet Naukowy Międzynarodowej Rady Unii Naukowych, Kosmos, nr 2, 1975

nizacji Meteorologicznej, która jest wysoce zainteresowana pracami SCOPE (zmiany klimatu!). Następnie dotychczasowy Sekretarz Generalny SCOPE, T. Malone złożył sprawozdanie z wykonania uchwał II Zgromadzenia Ogólnego SCOPE, powziętych w Kilonii w 1973 r. Powołano jednomyślnie komitety ad hoc: finansowy, nominacji i rezolucji.

Obszerne przemówienie wstępne wygłosił ustępujący prezydent SCOPE, W. Kowda. Zatrzymał się on krótko tylko na sprawach organizacyjnych, poświęcając resztę czasu na omówienie naukowego problemu cyklów biogeochemicznych w przyrodzie oraz ich zakłócenia przez człowieka. Referat stanowił skrócone ujęcie obszernego opracowania naukowego, rozdane uczestnikom Zgromadzenia w wersji angielskiej i rosyjskiej. Autor omówił ogólne właściwości biogeochemiczne krążenia substancji w przyrodzie podając jego parametry liczbowe dla łądów, następnie zanalizował grupy i typy cyklów, m. in. na poziomie ekosystemów i populacji drobnoustrojów, bezkręgowców niższych w glebach oraz zbiornikach wodnych, w biogeocenozach leśnych i trawiastych. Normalne tło biogeochemiczne cyklów oraz ich biogeochemiczne anomalie powodowane przez człowieka — to dalsze tematy referatu, bogato ilustrowanego zestawieniami liczbowymi oraz wykresami. Autor zwrócił m. in. uwagę na wzajemne oddziaływanie łądów, atmosfery i oceanów (także z punktu widzenia krążenia substancji antropogenicznych) podając m. in., że człowiek wprowadza do biosfery setki tysięcy i dziesiątki milionów ton rocznie Na, Cl, Fi, B, F, Cu, Zn, Ba. Autor przedstawił (także przy użyciu schematu) swoją propozycję „rozwiązania problemu kontrolowanej przemiany materii w układzie „społeczeństwo—biosfera” na zasadzie maksymalnego zamkniętego światowego ekosystemu planety Ziemi”.

Następnie w referacie rozpatrzono zakłócenia w krążeniu węgla i tlenu, azotu, fosforu, a także odkształcenia w biogeochemii substancji organicznych oraz związanych z nimi pierwiastków biofilnych. Odczyt prof. Kowdy został przyjęty z uznaniem i dużym zainteresowaniem przez Zgromadzenie.

Następnie dotychczasowy sekretarz generalny SCOPE, T. Malone złożył sprawozdanie z działalności organizacji w okresie po II Zgromadzeniu Ogólnym. Uczestnikom Zgromadzenia dostarczono teksty sprawozdań narodowych komitetów SCOPE: południowo-afrykańskiego, kanadyjskiego, USA (zawierające m. in. propozycje zwołania międzynarodowego sympozjum w grudniu 1976 r. w Kalifornii na temat pożarów oraz gospodarki opałowej w ekosystemach klimatu śródziemnomorskiego), ZSRR (z propozycjami dwu nowych projektów — ochrony wód przed skażeniem oraz prawnych aspektów problemów ekologicznych), szwedzkiego, belgijskiego, RFN, Japonii oraz odpowiedni dokument GOSPAR. Z dokumentów tych można wywnioskować, że aktywność narodowych komitetów jest bardzo różnorodna.

Średnioterminowy program SCOPE został ostatecznie sformułowany na zebraniu w Moskwie w 1974 r. w postaci 7 projektów: 1 — cykle biogeochemiczne, 2 — wpływ człowieka na odnawialne zasoby przyrody, 3 — aspekty środowiskowe osiedli ludzkich, 4 — ekotoksykologia, 5 — modelowanie symulujące systemów środowiskowych, 6 — Monitoring środowiska, 7 — Komunikowanie się, informacje, społeczne aspekty środowiskowe. Powołano korespondentów narodowych do każdego z tych projektów oraz międzynarodowe grupy robocze pracujące pod kierunkiem wybranych specjalistów.

Projekt 1 (współprzewodniczący W. Kowda i J. La Rivière) zawiera trzy podprojekty: a) krążenie biogeochemiczne N, P, S, b) biogeochemiczne krążenie C, c) Kartografia biogeochemiczna. Aktywne były w zakresie projektu komitety Szwecji, Belgii, Holandii, W. Brytanii, USA i ZSRR, z tym, że drugiego podprojektu nie zaczęto jeszcze realizować.

Projekt 2 (przewodniczący R. Slatyer z Australii) obejmuje a) stadium dynamiki zmian w ekosystemach łądowych, b) problemy suchych terenów nawadnianych, jako ekosystemów tworzonych przez człowieka. W styczniu 1976 r. odbyło się

w Kalifornii wspólne spotkanie na temat punktu a) zorganizowane przez SCOPE i MaB.

Projekt 3 (przewodniczący A. Magebunje z Nigerii) — uczestnicy Zgromadzenia dysponowali 79-stronicowym Raportem przekazany przez SCOPE na konferencji ONZ poświęconej osiedlom ludzkim (Vancouver, Canada, 31.V—11.VI.1976). pt. „Aspekty środowiskowe osiedli ludzkich (Standardy i kryteria w programowaniu siedzib)” opracowany przez Akina L. Mabogunje (Nigeria), R. P. Misra (Indie) oraz I. E. Harday (Argentyna).

Projekt 4 (przewodniczący G. C. Butler z Kanady) przygotowano w toku kolejnych spotkań projekt podręcznika pt. „Principles of Ecotoxicology”.

Projekt 5 (współprzewodniczący D. Goodall z Australii i dr Frenkiel) rozwija się w kierunkach a) w ZSRR skonstruowano system komputerowy dla analizy różnych wariantów interakcji między człowiekiem i biosferą (SAVI—MAB); b) w USA opracowuje się sprawy taksonomii modeli symulujących, c) w Australii — opracowywane są zintegrowane modele fizyczno-biologiczno-społeczno-ekonomiczne.

Projekt 6 (przewodniczący G. Goodman z W. Brytanii oraz R. Munu z Kanady) koncentruje się głównie w Chelsea College w Anglii i korzysta z wydatnego poparcia UNEP. Obejmuje wiele problemów budowania systemów rejestracyjno-ostrzegawczych. Równolegle w ZSRR rozwija się 6 kierunków badawczych obejmujących zagadnienia „monitoring”.

Projekt 7 (przewodniczący prof. Burton) zajmuje się sprawami klęsk żywiołowych (grupa robocza pracowała w kwietniu 1975 r. w USA przy poparciu UNEP). Nawiązano kontakty z programem MaB (projekt 13).

Referat T. Malone zawierał także dane o składzie SCOPE (od czasu II Zgromadzenia przyjęto 10 nowych członków narodowych, tak że obecnie do SCOPE należy 30 komitetów narodowych i 17 unii naukowych), o sprawach finansowych (składki członkowskie w 1975 r. wynosiły 48 280 dol., zaś z dotacji uzyskano i wydatkowano w latach 1974—1976 968 000 dol., z czego najwięcej, bo 250 000 dol. na modelowanie symulujące), a także o wydawnictwach SCOPE (6 publikacji się ukazało, 4 — w przygotowaniu). W dyskusji nad sprawozdaniem zwracano uwagę na zbyt małą liczbę członków reprezentujących kraje rozwijające się (delegat Szwecji), na niedostępność publikacji SCOPE i słabe efekty wydawnicze wskutek rozproszenia wielu prac zainicjowanych w ramach projektów SCOPE (autor niniejszego), zbyt małe wysiłki w kierunku popularyzacji działalności organizacji (delegat Belgii). Postawiono uwagi zgłoszone w dyskusji uwzględnić w rezolucjach.

Następny punkt programu dotyczył raportów SCOPE o sprawach środowiska. Podstawą dyskusji nad Raportem SCOPE dla Międzynarodowej Rady Unii Naukowych był obszerny, 310-stronicowy dokument (SCOPE Raport 8) opracowany przez Martina Holdgate i Gilberta F. White na zlecenie Komitetu. Dokument ten zawierał rozważania nad właściwościami procesów zachodzących w środowisku i rolą nauki w polityce środowiskowej. Obszerna część opracowania poświęcona była „Sprawom środowiskowym”, takim jak: zmiany klimatu, cykle biogeochemiczne (azot, fosfor, siarka, węgiel i tlen zostały omówione z punktu widzenia zakłóceń i zmian w ich krążeniu pod wpływem gospodarki człowieka), zanieczyszczeniem środowiska oraz procesom zachodzącym w ekosystemach (analizy i modelowanie następujących po sobie zmian w roślinności lądowej, przeobrażenia w krajach suchych pod wpływem nawodniania).

Drugi wielki rozdział obejmował „Zarządzanie środowiskiem” a w szczególności sprawy „identyfikacji i monitoringu”, modelowania, oceny ryzyka, szacunków oraz informacji, a także ujęcia standardowe i politykę społeczną. Omówiona została także działalność ICSU w zakresie środowiska i przedstawiono propozycje na przyszłość. Obszerny wykaz literatury obejmował głównie prace autorów zachodnich (wyjątek swego rodzaju stanowiły pozycje publikowane przez Instytut Geografii PAN).

W dodatkach do tekstu raportu zarejestrowane także zostały czynności jednostek ICSU oraz sprzymierzonych grup naukowych, wymienione zespoły i osoby uczestniczące w średnioterminowym programie SCOPE. Do tekstu dołączona została także rozprawa na temat krążenia w środowisku metylu rtęci (tekst uzupełniono dodatkami zawierającym ujęcia matematyczne tego problemu). Nie sposób, oczywiście, obszerniej streszczać tu tego dokumentu. Zainteresowani mogą korzystać z niego w bibliotece Komitetu PAN „Człowiek i środowisko”, podobnie jak z innych materiałów Zgromadzenia, nadsyłanych i rozdawanych na sesji w jednym tylko egzemplarzu.

Można jedynie zwrócić tu uwagę na nierównomierność w opracowaniu poszczególnych tematów i działów. Niektóre z nich zostały potraktowane opisowo i nie zawierają nowych wiadomości oprócz znanych wszystkim osobom interesującym się sprawami środowiska. Inne (np. dotyczące ekosystemów) stanowią interesujące rozprawki bogato ilustrowane oryginalnymi rysunkami i schematami (dotyczy to także krążenia wymienionych wyżej pierwiastków w biosferze).

W słowie wstępnym poprzedzającym dyskusję nad tym ważnym dokumentem autorzy wskazali na trudności w jego opracowaniu i na potrzebie dalszych prac nad tematem. W toku szerokiej dyskusji zwracano uwagę m. in. na zle zbalansowanie różnych działów raportu (Dvigneaud, Belgia), potrzebę ulepszenia tekstu, który może być przyjęty za podstawę raportu (W. Landa, Czechosłowacja, E. Akopow, ZSRR), na dwoisty charakter dokumentu, zbyt popularnego w wielu punktach pod kątem widzenia specjalistów, lecz zarazem zbyt trudnego, jeśli chodzi o niespecjalistów-decydentów (W. Michajłow, Polska), za potrzebę uzupełnienia dokumentu danymi o pojęciu ekorozwoju oraz materiałami z tym pojęciem związanymi, jakich dostarczył Kongres HESC w Kyoto w 1975 r. (W. Michajłow, Polska), na potrzebę uzupełnienia danymi dot. urbanizacji, hałasu, skażeń żywności (T. Taszew, Bułgaria), konieczność krytycznego zestawienia danych o normach dopuszczalnych skażeń (R. Truhaut, Francja), wprowadzenia spraw zmiany klimatu, na który to temat Światowa Organizacja Meteorologiczna przygotowuje obszerny raport (O. Ashford, WMO).

Wiele delegacji zgłosiło życzenie złożenia szczegółowych uwag na piśmie.

W ostatnim dniu obrad na salę przybył P. Fossey, minister do spraw jakości życia (la qualité de la vie) w Rządzie Francji, któremu podlega także „środowiskowy” Sekretariat stanu.

W przemówieniu swoim minister podkreślił wagę, jaką rząd Francji przywiązuje do spraw środowiska, stwierdził, że wszelkie akcje polityczne i gospodarcze powinny się opierać na rozeznaniu naukowym, którego często jeszcze brak (stąd doniosła rola badań podejmowanych planowo przez różne organizacje). Akcentował on także międzynarodowy charakter problematyki środowiska i potrzebę powstania — oprócz ogólnoswiatowej także „regionalnej świadomości zagrożeń”. Francja bierze udział w wielu projektach naukowych. Potrzebny jest stały dialog pomiędzy politykami i uczonymi.

W imieniu UNESCO w tej części Zgromadzenia przemawiał także zastępca dyrektora generalnego tej organizacji P. Kadowa. Wiele czasu zajęła dyskusja nad projektem programu działania SCOPE w latach 1977—1980. Podkreślano celowość doboru dotychczasowych 7 projektów badawczych oraz potrzebę dalszej ich realizacji, zalecano ostrożność w podejmowaniu nowych zadań, ich rozważną selekcję oraz dokładną koordynację działań z innymi pokrewnymi programami (W. Landa, Czechosłowacja). Spośród innych poruszanych tematów należy wymienić sprawy ochrony sawanny oraz oceanów przed zanieczyszczeniami (połudn. Afryka), ochrony funduszu genetycznego biosfery (Indie), celowość kontynuowania prac podjętych przez Międzynarodowy Program Biologiczny IBP, który bynajmniej nie może być traktowany jako zakończony, choć został przejęty przez inne organizacje (Duvigneau, Belgia), ochrony wód śródlądowych oraz potrzebę rozwijania prawnych aspektów środowiska (Akopow, ZSRR), szerzenia informacji o środowisku oraz oświaty

w Krajach Trzeciego Świata (M. Kassas, Egipt), badań nad tkankami ludzkimi (np. włosami), jako indykatorami skażeń środowiska (Riabuchin, Agencja Energii Atomowej). Prof. Fukushima (Japonia) zaapelował o powołanie Komitetu ad hoc celem przestudiowania wyników Kongresu HESC², wyciągnięcia z nich wniosków oraz przygotowania nowej konferencji ONZ poświęconej sprawom ochrony środowiska na Oceanie Spokojnym.

W toku przeprowadzonych wyborów, w których prawo głosu miało 35 delegatów powołano nowy Komitet Wykonawczy w składzie: G. White (USA) — przewodniczący, W. Kowda (ZSRR) — wiceprzewodniczący (past president), M. Kassas (Egipt) — wiceprzewodniczący, E. Fourniere (Francja) — sekretarz generalny, R. Keay (W. Brytania) — skarbnik oraz członkami: W. Landa (Czechosłowacja), A. Meyl (RFN), R. Mann (Kanada), T. Rosswall (Szwecja).

Zatwierdzono jednomyślnie sprawozdanie Komitetu finansowego i budżet na 1976 r. Po dyskusji, jaka się rozwinęła nad projektem zwiększenia składek członkowskich do 50% przy jednoczesnej swobodzie wyboru przez kraje kategorii określającej wysokość składek wyjściowych, rezolucję taką uchwalono (przy dwóch wstrzymujących się, w tym delegata Komitetu polskiego).

Zatwierdzony projekt rezolucji ogólnej zawierał m. in. apel o ściślejszą koordynację działań z innymi organizacjami zajmującymi się sprawami środowiska, o zwiększenie liczby członków SCOPE, zwłaszcza o przedstawicieli krajów rozwijających się. Podkreślono konieczność usprawnienia pracy informacyjnej i wydawniczej SCOPE, lepszej dystrybucji materiałów drukowanych i bibliograficznych. Uchwała apeluje także do Komitetu o rozważenie propozycji zgłoszonych do programu działania, ich dokładną selekcję w celu utrzymania priorytetów dotychczas ustalonych. Powierzono także Egzekutywie powołanie Komisji dla rozpatrzenia materiałów Kongresu HESC. Przyjęto propozycję Komitetu Narodowego Szwecji odbycia następnego Zgromadzenia Ogólnego w Sztokholmie. Końcowym akcentem obrad była owacja na cześć ustępującego prezydenta SCOPE, prof. W. Kowdy, którego ogromny wkład w opracowanie programu organizacji oraz jego realizację, podkreślił m. in. dotychczasowy sekretarz generalny, T. Malone. Z przebiegu Ogólnego Zgromadzenia SCOPE i wielu odbytych przy tej okazji narad i rozmów indywidualnych mogę wyciągnąć następujące wnioski. SCOPE znajduje powoli swoje miejsce w rodzinie innych organizacji zajmujących się sprawami środowiska i — w przeciwieństwie do dawnych „autonomicznych” tendencji — stawia obecnie na współpracę z nimi, dba więcej o koordynację z tego punktu widzenia swoich projektów badawczych z innymi. Między innymi dostarcza coraz więcej materiałów i danych naukowych niezbędnych dla realizacji programów działania, zainicjowanych przez organ ONZ, jakim jest UNEP.

Zdobywa więc SCOPE niewątpliwie rację istnienia, jako stowarzyszenie uczonych badających najbardziej podstawowe i ogólne naukowe problemy środowiska. Koordynacja i korelacja znajduje m. in. wyraz w tworzeniu w wielu krajach (podobnie jak to ma miejsce w Polsce) wspólnych komitetów narodowych SCOPE i MaB/UNESCO. Zbyt wąska jest nadal (jeśli chodzi o liczbę krajów stowarzyszonych) baza działania SCOPE (zwłaszcza gdy chodzi o kraje rozwijające się). Słuszna jest tendencja do tworzenia naukowej podbudowy niektórych programów UNEP³ i korzystania z pomocy finansowej tej agendy ONZ, jednakże zbyt mało środków dopływa tym kanałem do krajów socjalistycznych i większość dotacji wykorzystywana jest przez kraje zachodnie. W ramach SCOPE i z inicjatywy tej organizacji powstają już cenne opracowania naukowe, jednakże publikacje są bądź mało do-

² Poz. J. Dobrowolski, B. Głowiak, W. Michajłow — Międzynarodowy Kongres Uczonych zajmujących się sprawami środowiska człowieka, Kosmos, nr 2, 1976.

³ Por. W. Michajłow, Kosmos, nr 5, 1975.

stępne, bądź rozproszone w czasopismach naukowych i nie odgrywają wskutek tego należytej roli ani w obiegu idei naukowych, ani w zastosowaniach praktycznych.

Z tych braków i słabości zdają sobie sprawę członkowie nowych władz SCOPE, uwidocznione one będą w uchwałach Zgromadzenia Ogólnego. Pozwala to liczyć na stopniową poprawę sytuacji.

Włodzimierz Michajłow

SYMPOZJUM — METODY MATEMATYCZNE W PARAZYTOLOGII*

W Warszawie w dniu 20 listopada 1975 r. odbyło się czwarte z kolei sympozjum z cyklu „Problemy parazytologii ogólnej”, poświęcone zastosowaniu metod matematycznych w parazytologii. Sympozjum to zostało zorganizowane przez Oddział Warszawski Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego przy współudziale Zakładu Parazytologii PAN. Wzięło w nim udział ok. 80 osób, reprezentujących różne ośrodki parazytologiczne w Polsce.

Otwierając obrady, doc. dr K. Niewiadomska, przewodnicząca Oddziału Warszawskiego PTP, zwróciła uwagę na to, że metody matematyczne bardzo powoli wprowadzane są do parazytologii, a szczególnie do polskiej parazytologii. Sytuacja taka trwa już od lat, chociaż badacze rozumieją potrzebę stosowania matematyki. Nadal nie korzysta się z tych możliwości jakie daje matematyka przy opisie materiału parazytologicznego. Małe zainteresowanie metodami matematycznymi wiąże się niewątpliwie z brakiem odpowiedniej wiedzy matematycznej, a także umiejętności posługiwania się nimi, oraz z potrzebą znajomości możliwości jakie one dają i rezultatów jakie można przy ich pomocy osiągnąć. Doc. K. Niewiadomska wyraziła nadzieję, że niniejsze sympozjum przyczyni się do zrozumienia tych zagadnień i zachęci, przynajmniej niektórych badaczy, do stosowania metod matematycznych w swych pracach.

W programie sympozjum przewidziano referat wstępny, przedstawiający cele i możliwości zastosowań matematyki w naukach biologicznych. Następne referaty omawiały zasady stosowania metod matematycznych, a przede wszystkim statystyki matematycznej przy opisie niektórych ogólnych zagadnień parazytologicznych (w ekologii, systematyce i eksperymencie).

W referacie wstępnym pt. „Modele matematyczne w biologii, ich zastosowania i „ograniczenia” doc. dr R. Bartoszyński podał definicję modelu matematycznego i znaczenie modelowania w badaniach biologicznych. Autor skupił się głównie na omówieniu dwóch typów modeli matematycznych, a mianowicie: deterministycznych i stochastycznych. Omówił ich konstrukcję, zalety i wady, ilustrując to przykładami zaczerpniętymi z różnych dziedzin biologii. Podkreślił wyższość modeli stochastycznych nad deterministycznymi, polegającą na wprowadzeniu do założeń modelu sformułowań w terminach probabilistycznych. Zdaniem autora, za pomocą tych modeli można w sposób bardziej adekwatny opisać różne zjawiska biologiczne. W konkluzji referatu doc. R. Bartoszyński stwierdził, że mimo wyższości modeli stochastycznych nad deterministycznymi, przeprowadzenie analizy wielu z nich, przy obecnym stanie wiedzy matematycznej, nie jest możliwe. W takich sytuacjach należy uciekać się do mniej dokładnych, ale efektywnych modeli deterministycznych.

Doc. dr S. L. Kazubski w referacie pt. „Statystyczne metody opisu morfologii pasożytów” poddał krytyce brak stosowania metod statystycznych w polskich pracach dotyczących morfologii pasożytów. Uważa on, że stosowanie metod statystycznych jest niezbędne przy sporządzaniu opisów morfologicznych na współczesnym poziomie. Autor stojąc na stanowisku zgodnym z biologiczną koncepcją gatunku,

* Materiały z sympozjum zostaną opublikowane w „Wiadomościach parazytologicznych” (XXII, 6, 1976).

która wychodzi z założeń, że każdy gatunek składa się z licznych lokalnych populacji w różnym stopniu różniących się między sobą, proponuje opisywanie metodami statystycznymi poszczególnych populacji tak, aby było możliwe ich dowolne porównywanie. Oczywiście zdaniem autora wnioski statystyczne muszą być podbudowane wnikliwą analizą biologiczną przyczyn zauważonych zmian.

Dr S. Szymański w referacie pt. „Ilościowa metoda opisu niektórych zjawisk populacyjnych w parazytologii” omówił metodę statystyczną opartą na mało znanym u nas ujemnym rozkładzie dwumianowym, cechującym się szerokim zastosowaniem, zwłaszcza w badaniach ekologicznych. Charakteryzuje on doskonale rozkład wielu grup pasożytów w populacji ich żywicieli. Autor omówił kolejne etapy oszacowania parametrów rozkładu, ilustrując je przykładami i określił znaczenie poszczególnych parametrów z punktu widzenia parazytologii. Ponadto, przedstawił zagadnienie funkcjonalnej zależności między średnią liczebnością pasożytów i ekstensywnością zarażenia populacji ich żywicieli, podając wzory na tę zależność dla rozkładów Poissona, Bernoulliego i ujemnego dwumianowego.

Doc. dr T. Przybysz w referacie pt. „Układy doświadczalne i ich planowanie” w sposób bardzo pogłówny naświetlił istotę matematycznej analizy eksperymentu oraz to, jakie muszą być spełnione warunki doświadczenia, by przy zastosowaniu odpowiedniej metody statystycznej można było uzyskać maksimum informacji o badanym obiekcie. Autor omówił niektóre układy doświadczalne, technikę ich przeprowadzania oraz planowanie doświadczenia, wraz z całą procedurą analizy wariancji, opartej na kilku wybranych modelach liniowych.

Dr S. Stanuszek w referacie pt. „Metodyka analizy dynamiki układu pasożyt—żywiciel” omówił sposoby opisu dynamiki liczebności populacji, ilustrując to na kilku typach krzywych wzrostu liczebności populacji. Podał charakterystykę zmian zachodzących w procesie wzrostu populacji oraz typy tego wzrostu. Układ pasożyt—żywiciel, zgodnie z przyjętą w ekologii klasyfikacją zależności między gatunkami, autor zalicza do drapieżnictwa. Według niego taki punkt widzenia wywarł specyficzne piętno na założeniach rozwijanych metod analizy tego procesu, co wyraziło się w przyjęciu identycznych metod analizy układów pasożyt—żywiciel i drapieżca—ofiara, wynikającej z matematycznej równoważności założeń ekologicznych dla obu tych układów. Następnie autor omówił niektóre sposoby analizy dynamiki obu komponentów tego układu łącznie z zastosowaniem modeli matematycznych.

W dyskusji, która wywiązała się po referatach, poruszono sprawy wyodrębniania nowych gatunków za pomocą metod statystycznych; statystycznej oceny istotności różnic między określonymi parametrami poszczególnych cech morfologicznych osobników należących do różnych populacji; oceny ważności tych cech; zasadach postępowania przy analizie materiału statystycznego (sposób pobrania próby, podział materiału na klasy, konieczność sprawdzenia normalności rozkładu metody testowania tej normalności, kwestię doboru odpowiedniego testu itp.). Ponadto poruszano sprawy wykorzystania statystycznych opisów gatunku przy ukadaniu kluczy, oraz możliwości modelowania matematycznego niektórych układów pasożyt—żywiciel.

W dyskusji poświęcono też sporo miejsca sprawom statystycznego opracowania danych eksperymentalnych; zagadnieniom błędu doświadczalnego i błędu pomiarowego; przebiegu eksperymentu w warunkach laboratoryjnych i w warunkach naturalnych. Ponadto poruszono sprawę oszacowania optymalnej liczby zwierząt, niezbędnej do prawidłowego przeprowadzenia eksperymentu.

W podsumowaniu obrad prof. dr R. Kadłubowski stwierdził, że chociaż na sympozjum nie poruszono wielu godnych zalecenia metod ilościowych bardziej złożonych (np. badanie korelacji cech ilościowych i jakościowych, stosowanie funkcji dyskryminacyjnej w pracach morfologicznych i systematycznych, wykorzystania równania wzrostu allometrycznego w badaniu morfologii i rozwoju pasożytów itd.), to w przedstawionych referatach omówiono wiele cennych metod stosowanych w anali-

zie wyników badań w parazytologii. Podkreślił jednak, że przy stosowaniu metod matematycznych wymagane są określone zasady postępowania, które muszą być przestrzegane, by z zastosowania tych metod badacz mógł uzyskać oczekiwane efekty. Przede wszystkim należy pamiętać, że nawet najdoskonalsza metoda analizy matematycznej nie poprawi wyników źle ustawionych doświadczeń, nieprawidłowo lub nieobiektywnie wykonanych obserwacji. Stąd tak ważną rzeczą jest właściwie zaplanowany eksperyment, staranne i umiejętne zbieranie danych. Ponieważ o populacji generalnej wnioskujemy na podstawie pobranych z niej prób, należy dbać o to, by sposób ich pobrania był właściwy, tzn., losowy i reprezentatywny. Według autora, nieprzestrzeganie tej zasady jest powszechnym błędem obciążającym wyniki wielu prac zarówno parazytologów, jak i innych badaczy. Następnie podał kilka metod losowego pobrania próby i niektóre przykłady ich zastosowania.

Przechodząc do zagadnień stosowania modeli matematycznych w parazytologii, autor przyznał im duże możliwości poznawcze pod warunkiem, że model jest trafnie dobrany, tzn., że nie jest zbyt skomplikowany i dostatecznie dokładnie opisuje badane zjawisko. Przestrzegł przed mechanicznym stosowaniem modeli matematycznych, co przyczynia się najczęściej do wyciągania błędnych wniosków. Jednym z przykładów takiego postępowania jest próba oszacowania parametrów i weryfikacja hipotez statystycznych metodami opierającymi się na modelu rozkładu normalnego bez zbadania normalności rozkładu rozpatrywanej cechy. Podkreślił też, że każda analiza matematyczna lub statystyczna w badaniach parazytologicznych musi mieć sens parazytologiczny, a rozmiary jej powinny być proporcjonalne do celów i założeń badań. Ponadto rezultaty analizy statystycznej danych empirycznych muszą być powtarzalne w ustalonym przedziale ufności, przy czym przedział ten powinien być tym węższy, im większe są wymagania co do precyzji wyników analizy (np. przy ocenie nowych leków). Należy również pamiętać, że porównywać między sobą można tylko rzeczy porównywalne, ale i w tym przypadku stwierdzenie zależności statystycznej między obserwowanymi zjawiskami nie zawsze mówi o istnieniu związku przyczynowego.

W zakończeniu prof. R. Kadłubowski wyraził nadzieję, że uczestnicy sympozjum, zachęceni interesującymi przykładami stosowania metod matematycznych w parazytologii, udoskonalą o nie swoje środki badawcze.

Stanisław Szymański

SPRAWOZDANIE Z TRZECIEJ ZIMOWEJ SZKOŁY BIOFIZYKI TRANSPORTU BŁONOWEGO

Karpacz, 17-26 lutego 1976 r.

W dniach 17—26 lutego 1976 r. odbyło się w Karpaczu trzecie z kolei spotkanie naukowe poświęcone biofizycznym aspektom transportu błonowego. Ta Szkoła Zimowa była organizowana już po raz trzeci przez Instytut Biologii i Biofizyki Akademii Rolniczej we Wrocławiu i Instytut Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk w ramach naukowej współpracy krajów RWPG. Głównymi organizatorami tegorocznej Szkoły byli: prof. dr hab. Stanisław Przestalski (dyrektor Instytutu Biologii i Biofizyki Akademii Rolniczej we Wrocławiu) i dr Marian Kilian (dyrektor Szkoły).

W III Szkole Zimowej wzięło udział ok. 120 osób, z różnych krajów, zainteresowanych najnowszymi osiągnięciami badań nad mechanizmami transportu błonowego. Najliczniej reprezentowane były europejskie ośrodki badawcze: z Czechosłowacji, NRD, Polski i ZSRR. W pracach Szkoły brali też udział przedstawiciele Anglii, Bułgarii, Holandii, Francji, RFN, USA, Węgier i Włoch.

Celem tej i poprzednich Szkół Zimowych było przedstawienie najnowszych osiągnięć nauki w dziedzinie rozwoju biofizycznych teorii transportu przez błony tak biologiczne, jak i sztuczne. Wielką zaletą tego typu spotkań i przedstawianych na nich przeglądowych wykładów jest nadanie im interdyscyplinarnego charakteru, co zapewnia wspólną płaszczyznę dyskusji badaczy różnych dyscyplin takich, jak biologia, chemia, fizyka czy medycyna.

Otwarcia obrad Szkoły i powitania jej uczestników dokonał z ramienia organizatorów prof. S. Przesławski. Wykład inauguracyjny wygłosił prof. D. Chapman z Anglii. W czasie trwania Szkoły Zimowej przedstawiono ogółem 20 tematów wykładowych. Problemy w nich przedstawione można z grubsza zaklasyfikować do 3 grup tematycznych. Do pierwszej z nich należałyby wykłady ogólnopropagandowe, do drugiej — opisujące teoretycznie zjawiska transportu przez błony, a do trzeciej — wykłady dotyczące zagadnienia badań transportu przez błony modelowe zarówno w aspekcie doświadczalnym, jak i teoretycznym. Niektóre wykłady trudno oczywiście zaklasyfikować ściśle do którejś z tych grup tematycznych, gdyż łączą w sobie w większym lub mniejszym stopniu elementy problemowe wszystkich tych grup.

Z biologicznego punktu widzenia, a więc jest to ocena z pewnością subiektywna, szczególnie zainteresowało autorkę kilka referatów, a mianowicie:

1. Prof. D. Chapman (Chelsea College, Londyn, Anglia) — „Płynność i fazowa przemiana lipidów i błon” (Fluidity and phase transition of lipids and membranes) oraz „Organizacja lipidów, rotacja białek w błonach komórkowych” (Lipid organization, protein rotation in cell membranes). W pierwszym wykładzie przedstawione zostały ciekawe badania płynno-krystalicznego behawioru fosfolipidów i jego odniesienie do struktury i funkcji tak lipidowych modeli błonowych, jak i błon biologicznych. Na uwagę zasługuje podkreślenie zmienności nasycenia fosfolipidów, a wraz z tym i szczegółów struktury błonowej, w zależności od temperatury, co jest ogromnie ważne dla fizjologicznych funkcji naturalnych błon. Przedmiotem drugiego wykładu były najnowsze dane dotyczące molekularnej dynamiki lipidów zarówno w naturalnych, jak i modelowych systemach błonowych, z podkreśleniem heterogenności obszarów lipidowych w niektórych błonach i istotnej roli cholesterolu dla stabilności struktur błonowych oraz przedstawienie znaczenia opracowania dobrej metodyki badań rotacji białek błonowych dla dokładniejszego poznania ich roli w procesach transportowych i wyjaśnienia tajemnic architektury błon biologicznych.

2. Prof. C. M. Gary-Bobo (Collège de France, Paryż, Francja) — „Mechanizmy kontrolujące przepuszczalność wody w błonie wierzchołkowej pęcherza żaby za pośrednictwem ADH” (Water permeability control mechanisms by ADH in the frog bladder apical membrane). Wykład ten scharakteryzował i podkreślił istotną rolę jonów i cyklicznego 3', 5' — AMP jako ogniwa pośredniego w regulacji tak ważnej dla organizmu resorpcji zwrotnej wody pod wpływem działających antydiuretycznych neurohormonów przysadkowych.

3. Prof. T. Gulik-Krzywicki (Laboratorium Genetyki Fizjologicznej, CNRS Gif-sur-Yvette, Francja) — „Konformacyjna przemiana uporządkowanie—nieuporządkowanie węglowodorowych łańcuchów lipidowych w biologicznych błonach i jej związek z transportem błonowym” (Order—disorder conformation transition of lipid hydrocarbon chains in biological membranes and their relation to the membrane transport). Celem badań przedstawionych w tym wykładzie była odpowiedź na kontrowersyjne pytanie czy podobne przemiany konformacyjne łańcuchów węglowodorowych, obserwowane w różnych biologicznych błonach, wpływają na funkcje błonowe. I zostało wykazane, na wielu przykładach doświadczalnych, istnienie zarówno związanych z błoną funkcji komórkowych niezależnych od wymienionych zmian struktury lipidów błonowych, jak i funkcji dobrze skorelowanych ze stanem konformacyjnym łańcuchów lipidowych, czego przykładem może być aktywny transport

proliny przez cytoplazmatyczne błony *Escherichia coli*. Badania tego typu dają niewątpliwie pewien wgląd w mechanizm błonowych funkcji i strukturalne parametry rządzące nimi, jednakże przy stanie obecnej techniki problem postawiony w referacie pozostaje wciąż otwarty.

4. Prof. F. Kreuzer (Uniwersytet Nijmegen, Holandia) — „Teoretyczne i fizjologiczne aspekty przenoszenia tlenu w modelach i w tkankach” (Theoretical and physiological aspects of oxygen transfer in models and in tissue). W wykładzie tym omówione zostały typy procesów transportu tlenu w organizmie. Meritum referatu było poświęcone interesującym wynikom teoretycznych i eksperymentalnych badań dotyczących ułatwionej dyfuzji tlenu w systemach modelowych (zawierających hemoglobinę i mioglobinę), we krwi i w mięśniach. Szczególnie interesujące były badania, które miały na celu wykazanie możliwości istnienia ułatwionej dyfuzji tlenu, za pośrednictwem mioglobiny, w nietkniętych mięśniach. Okazało się to zadaniem niełatwym, ale uwieńczonym pewnym sukcesem, albowiem wykazano niewątpliwie występowanie w mięśniach procesu ułatwionej dyfuzji tlenu, jednakże szczególnie tego procesu wciąż jeszcze wymagają badań.

5. Prof. D. C. Mikulecky (Medical College, Wirginia, USA) — „Zastosowanie termodynamiki układów do badań systemów błon biologicznych” (Extensions of network thermodynamics to biological membrane systems). Przedstawiony tutaj został termodynamiczny opis modelowych sprzężonych przepływów i wskazane zastosowanie go do teorii transportu przez błony nabłonkowe, i do zjawiska transportu izotonicznego.

6. Prof. L. Wojtczak (PAN, Warszawa) — „Energetyka mitochondrialnych systemów transportujących” (Energetics of mitochondrial transport systems). Poznanie szczegółów funkcji tak ważnych dla życia komórki organelli, jak mitochondria, a szczególnie zagadnień natury transportu czynnego oraz mechanizmów przekazywania energii dla akumulacji jonów, jest bardzo istotne. Pomocą w tym był wymieniony wyżej wykład omawiający różne aspekty transportu jonów w mitochondriach, a wraz z tym mechanizm utrzymywania różnicy potencjałów elektrostatycznych, istotnej jako siła napędowa transportu szeregu substancji przez błonę mitochondrialną.

Poza wykładami i dyskusjami nową formą pracy Szkoły było zorganizowanie sesji „plakatowych” pozwalających autorom na bardziej swobodne przedstawienie swoich badań, a uczestnikom — na dokładniejsze zapoznanie się z interesującymi ich zagadnieniami.

Szeroki zakres problematyki przedstawionej podczas Szkoły Zimowej umożliwił zapoznanie się z wieloma interesującymi i odkrywczymi wynikami najnowszych badań biofizycznych. Można jednak stwierdzić, że chociaż szereg zagadnień jest badanych od wielu lat, to wciąż jeszcze, mimo ustawicznego rozwoju technik badawczych, sporo z nich, a przede wszystkim szczegóły mechanizmów transportowych, jest dalekie od pełnego wyjaśnienia.

Duża ilość przeglądowych wykładów i długie dyskusje organizowane „na go-rąco” przez wielu wykładowców lub odbywające się w czasie sesji „plakatowych” wypełniły całkowicie 9 dni obrad Szkoły Zimowej. W nielicznych wolnych chwilach mieliśmy okazję podziwiania piękna naszych gór w zimowej szacie i wzięcia udziału w niedzielnej wycieczce autokarowej dającej możliwość poznania ciekawszych za-bytków i piękna ziemi jeleniogórskiej. Podczas Szkoły jej uczestnicy wzięli udział w dwóch spotkaniach towarzyskich, co było sposobnością do nawiązania osobistych kontaktów, dyskusji, jak i okazją do miłej zabawy.

Na zakończenie obrad dyskusję podsumował i wyraził podziękowania ze strony organizatorów przekazał prof. S. Przestalski. W imieniu uczestników za bardzo sprawne zorganizowanie Szkoły, umożliwiające pełne wykorzystanie jej intensywnego programu, podziękował prof. C. M. Gary-Bobo (Francja). Jako przedstawiciel młodszych uczestników zabrała głos dr A. Pyrek (Polska), dziękując organizatorom i

wykładowcom za stworzenie naprawdę naukowej atmosfery i umożliwienie wyniesienia wielu cennych wiadomości. Zdaniem uczestników organizowane już po raz trzeci tego typu spotkania okazują się bardzo pożyteczne. Wysoki poziom wykładów i prowokowane przez nie dyskusje umożliwiają zapoznanie się ze światowymi osiągnięciami badawczymi w dziedzinie biofizyki transportu błonowego i bezpośrednią owocną wymianę poglądów i doświadczeń między badaczami różnych aspektów tego zagadnienia, a także stymulują naukową współpracę. Sukces Szkoły Zimowej, sprawność jej organizacji i sprzyjająca wymianie doświadczeń atmosfera jest niewątpliwie osobistą zasługą wymienionych, jak i nie wymienionych w tym sprawozdaniu organizatorów, którzy nie szczędzili sił, trudów i inwencji, aby okres trwania Szkoły Zimowej był dla uczestników jak najbardziej owocny i przyjemny.

Materiały tegorocznej Szkoły zostały już częściowo opublikowane, a pozostałe ukażą się wkrótce, wydane przez Wydawnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu za zgodą Rektora Akademii i z redakcyjnym opracowaniem dr Janiny Kuczery i prof. dr hab. Stanisława Przestalskiego.

Maria Jolanta Borkowska

ZAGADNIENIA Z DYDAKTYKI BIOLOGII W ŚWIELE OBCHODÓW XXX-LECIA WYŻSZEJ SZKOŁY PEDAGOGICZNEJ W KRAKOWIE

W bieżącym roku szkolnym mija XXX-lecie istnienia Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie.

Obchody związane z trzydziestolecie Wyższej Szkoły Pedagogicznej trwały w dniach 27—30 marca 1976 r. W dniu 27 marca na uroczystym posiedzeniu Senatu otwartym przez rektora doc. dr hab. B. Faron, prorektor prof. dr hab. J. Kulpa wygłosił referat na temat: WSP — XXX lat w służbie socjalistycznej szkoły, następnie zasłużonym pracownikom uczelni i absolwentom wręczono odznaczenia państwowe, medale, wyróżnienia. Na posiedzeniu nadano tytuł dr honoris causa prof. dr hab. K. Sośnickiemu oraz miały miejsce uroczyste promocje habilitacyjne i doktorskie.

W dniu 28 marca w gmachu Instytutu Biologii odbył się zjazd absolwentów kierunku biologii.

Inicjatorem zjazdu była Dyrekcja Instytutu Biologii. W obradach wzięli udział: rektor WSP — doc. dr hab. B. Faron, prorektor prof. dr hab. H. Lach oraz pierwszy sekretarz POP mgr K. Augustynek, przedstawiciele dyrekcji Instytutu Biologii na czele z dyrektorem Instytutu prof. dr hab. Wł. Juszczykiem, pracownicy oraz absolwenci kierunku biologii pracujący w zawodzie nauczycielskim na różnych stanowiskach: jako nauczyciele szkół podstawowych, średnich, wizytatorzy przedmiotowi i pracownicy nadzoru pedagogicznego.

Uczestników przywitał dyrektor Instytutu prof. dr hab. Wł. Juszczyk zwracając uwagę na pierwsze trudne lata istnienia Instytutu Biologii oraz jego historię. Z kolei głos zabrał rektor WSP B. Faron podkreślając dorobek Instytutu Biologii w dziedzinie dydaktyczno-wychowawczej a następnie udekorował pierwszego absolwenta kierunku biologii mgr G. Głoda.

Na uwagę zasługiwał wykład doc. dr W. Stawińskiego — kierownika Zakładu Dydaktyki Biologii na temat udziału Zakładu Dydaktyki Biologii w modernizacji nauczania biologii w Polsce. Uwypuklone zostały w nim następujące problemy:

- 1) historia Zakładu Dydaktyki Biologii w Krakowie,
- 2) osiągnięcia Zakładu Dydaktyki Biologii,
- 3) nowe tendencje w procesie nauczania biologii,

4) kierunki badań naukowych prowadzonych przez pracowników naukowo-dydaktycznych Zakładu Dydaktyki Biologii służących modernizacji pracowni biologicznej w szkołach podstawowych i średnich, efektywności procesu nauczania — uczenia się, kryteriów doboru treści rzeczowych, kontroli i oceny oraz kształtowania pojęć i strukturalizacji treści nauczania.

Nadto prelegent omówił podjęte ostatnio w Zakładzie badania naukowe w ramach problemu węzłowego Ministerstwa Oświaty i Wychowania. Wykład stanowił wyjście do dyskusji, która skoncentrowała się wokół następującej problematyki:

- 1) zakres doboru treści w programie nauczania biologii w X-letniej szkole ogólnokształcącej,
- 2) efektywność pracy nauczyciela biologii,
- 3) efektywność kształcenia studentów na WSP.

W wyniku dyskusji wyłoniły się następujące wnioski:

1) nauczyciele biologii winni w większym niż dotychczas stopniu uczestniczyć w pracach nad redakcją programu biologii,

2) w dyskusji nad projektem programu biologii winni brać czynny udział pracownicy naukowo-dydaktyczni, aby zapewnić korelację programu 10-letniej szkoły ogólnokształcącej z programem biologii na studiach wyższych oraz nowoczesne ujęcie samego programu,

3) celowe byłoby wprowadzenie do programu nauczania 10-letniej szkoły przedmiotów przyrodniczych o charakterze integrującym,

4) konieczne jest stosunkowo szybkie uregulowanie odpowiednimi przepisami sprawy programowych wycieczek biologicznych, brak możliwości ich prowadzenia utrudnia pełną realizację programu nauczania. Dodatkowa praca związana z prowadzeniem wycieczek nie może być przyczyną potrąceń z wynagrodzenia i strat finansowych.

5) konieczne jest opracowanie materiałów pomocniczych do realizacji zagadnień z zakresu fenologii,

6) w trosce o pełną realizację zajęć typu laboratoryjnego postulowano wystąpienie do władz Oświatowych z wnioskiem o podział bardziej licznych klas na grupy ćwiczeniowe,

7) w pensum etatowych godzin nauczyciela biologii konieczne jest uwzględnienie czasu na przygotowanie zajęć laboratoryjnych z biologii (próbne demonstracje, przygotowanie sprzętu laboratoryjnego, zbiory okazów roślinnych i zwierzęcych lub przegląd filmów biologicznych). Jak wynika z analizy badań ankietowych i obserwacji nauczycieli biologii, oprócz przygotowania rzeczowego do lekcji poświęcają ok. 7 godz. tygodniowo na przygotowanie do lekcji różnego rodzaju pomocy dydaktycznych i materiałów. Nadto należy uwzględnić czas przeznaczony na pracę z olimpijczykami.

8) widzi się konieczność wprowadzenia w klasie X w programie 10-letniej szkoły ogólnokształcącej zagadnień z zakresu biologii.

Absolwenci WSP obecni na zjeździe zapewнили, iż otoczą szczególną opieką studentów biologii WSP w czasie ciągłych praktyk pedagogicznych i przyczynią się do kształtowania u nich pozytywnej motywacji zawodowej.

W dniach 29 i 30 marca rektorat i Senat Wyższej Szkoły Pedagogicznej zorganizował pod patronatem wiceministra Nauki Szkolnictwa Wyższego i Techniki prof. dr hab. J. Górskiego ogólnopolską sesję naukową na temat: „Problematyka wychowania w szkole wyższej”.

Otwarcie sesji plenarnej w dniu 29 marca dokonał rektor WSP doc. dr hab. B. Faron. Jej tematyka dotyczyła: kierunków doskonalenia pracy ideowo-wychowawczej w szkole wyższej, osobowości nauczyciela w rozwiniętym społeczeństwie socjalistycznym, socjalistycznego sposobu życia — specyfiki uczelni technicznej w kształtowaniu osobowości absolwenta, funkcji kształcących i wychowawczych przed-

miotów społecznych uczelni pedagogicznych oraz systemu pracy wychowawczej studentów.

W dniu 30 marca obrady toczyły się w 5 sekcjach, a mianowicie, w sekcji teoretyczno-programowej, w sekcjach dydaktyczno-wychowawczych, sekcji socjologicznej i sekcji młodzieżowej.

W czasie trwania obrad czynna była wystawa dorobku naukowego pracowników WSP w Krakowie.

Tematyka dotycząca dydaktyki biologii poruszona była w czasie obrad I sekcji dydaktyczno-wychowawczej przebiegającej pod przewodnictwem mgr K. Augustynka.

Doc. dr W. Stawiński kierownik Zakładu Dydaktyki Biologii WSP wygłosił referat na temat: „Kształtowanie sylwetki zawodowej nauczyciela biologii w czasie zajęć z dydaktyki biologii, w którym przedstawił cechy jakimi winien się odznaczać nauczyciel biologii. Przedstawił również możliwości kształtowania się tych cech. Prelegent zwrócił szczególną uwagę na rolę zajęć z dydaktyki biologii (wykłady ćwiczenia i seminaria), omówił metody aktywizacji studentów w trakcie zajęć z dydaktyki biologii.

Głos w dyskusji zabrała następnie dr L. Palka adiunkt Zakładu Dydaktyki Biologii WSP w Krakowie. Kontynuując wypowiedzi doc. dr W. Stawińskiego skoncentrowała się głównie na omówieniu sposobów kształtowania twórczej postawy nauczyciela w czasie zajęć z dydaktyki biologii i ciągłych praktyk pedagogicznych. L. Palka zwróciła uwagę na możliwość aktywizacji postawy studenta w czasie zajęć z dydaktyki biologii przez: zastosowanie nauczania sytuacyjnego, udziału w planowaniu i weryfikacji konspektów do lekcji, planowaniu i modyfikowaniu zadań obserwacyjnych. Nadto uwypukliła jedną z ostatnio preferowanych metod nauczania aktywizujących studentów, a mianowicie zastosowanie metod gier dydaktycznych, do których należą: „gry w fabrykę pomysłów” metoda sytuacyjna oraz metoda inscenizacji.

Zwróciła uwagę na przydatność praktyk pedagogicznych w przygotowaniu studentów do zawodu. Widzi się konieczność podjęcia badań dydaktycznych z zakresu efektywności praktyk pedagogicznych.

Zjazd absolwentów biologii, jak również obrady w czasie sesji naukowej w ramach obchodów XXX-lecia WSP stanowiły podłoże do zaciśnięcia kontaktów już istniejących oraz nawiązania nowych między pracownikami naukowymi Instytutu Biologii i absolwentami w zakresie pracy dydaktyczno-wychowawczej.

*Maria Piotrowicz
Eleonora Bobrzyńska*

NAGRODY PAN ZA OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE NAUK BIOLOGICZNYCH W 1975 R.

WYDZIAŁ II — NAUK BIOLOGICZNYCH

1. Temat pracy: „Określenie fizjologicznej roli liazы cytrynianowej w ośrodkowym układzie nerwowym”.

Autorzy: prof. dr Stefan Angielski, Akademia Medyczna w Gdańsku, dr med. Andrzej Szutowicz, Akademia Medyczna w Gdańsku.

2. Temat pracy: „Los DNA biorcy w czasie koniugacji *Escherichia coli* K-12”.

Autor: mgr Hanna Białkowska-Hobrzańska, Uniwersytet Warszawski.

3. Temat pracy: „O supresji integracyjnej iniojatorowej mutacji dna A u *Salmonella typhimurium*”.

Autorzy: prof. dr Michał Bagdasarian, Instytut Biochemii i Biofizyki PAN, dr Mirosławia Bagdasarian, Akademia Medyczna, dr Monika Hryniewicz, Akademia Medyczna, dr Małgorzata Zdzenicka, Akademia Medyczna.

4. Temat pracy: „Studia nad organizacją i transkrypcją genomu u zwierząt wyższych”.

Autorzy: prof. dr Mieczysław Chorąży, Instytut Onkologii w Gliwicach, mgr Barbara Bieniek, Instytut Onkologii w Gliwicach, mgr Beata Brysek, Instytut Onkologii w Gliwicach, dr Jan Filipowski, Instytut Onkologii w Gliwicach, Maria Grabowska, Instytut Onkologii w Gliwicach, mgr Zdzisław Krawczyk, Instytut Onkologii w Gliwicach, dr Stefania Krzyżowska-Gruca, Instytut Onkologii w Gliwicach, mgr Jadwiga Michalska, Instytut Onkologii w Gliwicach, mgr Joanna Rzeszowska-Wolny, Instytut Onkologii w Gliwicach, dr Stanisław Szala, Instytut Onkologii w Gliwicach.

5. Temat pracy: „Modyfikacja rybosomów drożdżowych pod wpływem fosfokinazy białkowej zależnej od GTP”.

Autorzy: prof. dr Eugeniusz Gąsior, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, dr Nikodem Grankowski, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, dr Barbara Wolska-Mitaszko, Uniwer. M. Curie-Skłodowskiej, mgr Teresa Jakubowicz, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, mgr Wiesław Kudlicki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, dr Ewa Kurek, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, mgr Emilia Paleń, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, mgr Teresa Kucharzewska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej.

6. Temat pracy: „Rozwój stałości cieplności i energetyczne koszty wzrostu u nornicy rudej w pierwszym miesiącu życia”.

Autor: dr hab. Marek Gębczyński, Zakład Badania Ssaków PAN.

7. Temat pracy: „Skracanie się cykli rozwojowych u przywr z rzędu *Plagiorchida*”.

Autor: dr Bożena Grabda-Kazubska, Zakład Parazytologii PAN.

8. Temat pracy: „Wpływ hormonów tarczycy na metabolizm i termoregulację podczas pracy fizycznej”.

Autorzy: doc. dr hab. Hanna Kaciuba-Uściłko, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, prof. dr Stanisław Kozłowski, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, dr med. Krystyna Nazar, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, dr farm. Zofia Brzezińska, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, Wanda Radziszewska,

Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, Ryszard Szostak, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, Anna Gajowczyk, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN.

9. Temat pracy: „Wpływ poziomu żywienia na wzrost i rozwój kurcząt typu mięsnego”

Autorzy: doc. dr hab. Janusz Keller, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, dr Bożena Antoszevska, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, dr Stanisław Rośochacki, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, mgr Jolanta Wagner, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, Irena Sieliło, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, Grażyna Długolecka, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, Ewa Pińska, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, Barbara Sobolewska, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN.

10. Temat pracy: „Ultrastruktura zakończeń nerwowo-mięśniowych”.

Autorzy: prof. dr Wincenty Kilarski, Uniwersytet Jagielloński, dr Maria Nowogrodzka-Zagórska, Uniwersytet Jagielloński, dr Leszek Kordylewski, Uniwersytet Jagielloński, dr Franciszek Kaczmarek, Uniwersytet Jagielloński, Wojciech Witaliński, Uniwersytet Jagielloński, Wojciech Dąbroś, Uniwersytet Jagielloński, Maria Kozłowska, Uniwersytet Jagielloński, Ryszard Tyrankiewicz, Uniwersytet Jagielloński.

11. Temat pracy: „Komórkowy mechanizm inotropowego działania acetyloch-diny na mięsień sercowy”.

Autorzy: prof. dr med. Bohdan Lewartowski, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, dr med. Andrzej Prokopczuk, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, dr med. Włodzimierz Elżanowski, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, dr med. Bohdan Pytkowski, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, dr Maria Czarnecka, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego,

12. Temat pracy: „Testudines” (monografia żółwi kopalnych).

Autor: prof. dr Marian Miynarski, Zakład Zoologii Systematycznej i Doświadczalnej PAN.

13. Temat pracy: „Próba wytwarzania mięsnego rodu kur przeznaczonych do produkcji brilerów”.

Autorzy: prof. dr Ewa Potemkowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza, dr Ewa Świerczewska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza, mgr Włodzimierz Wojteczak, RZD-Brwinów.

14. Temat pracy: „Rola 5-hydroksytryptaminy w zachowaniu się progu drgawkowego oraz w działaniu leków przeciwdrgawkowych”.

Autorzy: dr hab. Edmund Przeglasiński, Akademia Medyczna w Lublinie, Jolanta Furtak, Akademia Medyczna w Lublinie, Przemysław Witkowski, Akademia Medyczna w Lublinie.

15. Temat pracy: „Zagadnienia wzrostu i różnicowania komórek”.

Autorzy: prof. dr Aleksandra Przełęcka, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr hab. Andrzej Bogdan Dutkowski, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Bogna Skoczyńska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Andrzej Sobota, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, mgr Elżbieta Wyroba, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Danuta Kucharczyk, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Kazimiera Mrozińska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN.

16. Temat pracy: „Za osiągnięcia uzyskane w badaniach nad strukturą genetyczną naturalnych rojów mieszańcowych u roślin kwiatowych”.

Autorzy: prof. dr Jerzy Szwejkowski, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Iza-

bela Freitag, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, dr Maria Krzakowa, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Barbara Sobkowiak, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, dr Maria Mendelak, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Bożena Kwiatkowska, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, mgr Maria Bobowicz, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Ewa Nowak, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, dr Wiesław Głowacki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Krystyna Cegiółka, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Maria Kaniewska, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza,

17. Temat pracy: „Zastosowanie funkcji dyskryminacyjnej do oceny prawdopodobieństwa ojcostwa w przypadku niesymetrycznych rozkładów wskaźnika podobieństwa”.

Autorzy: dr Zofia Świątkowska, Zakład Antropologii PAN, dr Wacław Świątkowski, Uniwersytet Wrocławski.

18. Temat pracy: „Organizacja funkcjonalna ośrodków mózdzku zawiadujących czynnościami ruchowymi”.

Autorzy: doc. dr hab. Remigiusz Tarnecki, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, mgr inż. Wiesław Abraham, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Paweł Jastreboff, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, mgr Janusz Rajkowski, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Cecylia Borkowska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Danuta Stumpło, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN.

19. Temat pracy: „Organizacja ośrodkowa i interakcyjna sympatycznego odruchu z baroreceptorów i chemoreceptorów tętniczych”.

Autorzy: prof. dr Andrzej Trzebski, Akademia Medyczna w Warszawie, dr med. Janusz Lipski, Akademia Medyczna w Warszawie, dr med. Stanisław Majcherczyk, Akademia Medyczna w Warszawie, dr med. Paweł Szulczyk, Akademia Medyczna w Warszawie, dr med. Lech Chruścielewski, Akademia Medyczna w Warszawie.

20. Temat pracy: „Określenie lokalizacji swoistego antygenu glejowego w układzie nerwowym”.

Autorzy: dr Halina Weinrauder-Semkow, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, dr Bolesław Lach, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, dr Mieczysław Śmiałek, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, Irena Dybowska-Anc, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN, Teresa Bok, Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN.

21. Temat pracy: „Za osiągnięcia w badaniach nad biosyntezą białek mózgu w cytotoksycznym obrzęku mózgu”.

Autorzy: prof. dr Mieczysław Wender, Akademia Medyczna w Poznaniu, dr med. Bożena Zgorzalewicz, Akademia Medyczna w Poznaniu, dr med. Aleksander Piechowski, Akademia Medyczna w Poznaniu, dr med. Andrzej Wajgt, Akademia Medyczna w Poznaniu.

22. Temat pracy: „Wpływ peptydów na ośrodkowy układ nerwowy i ich rola w mechanizmie działania leków”.

Autorzy: prof. dr Konstanty Wiśniewski, Akademia Medyczna w Białymstoku, dr Joanna Moniuszko-Jakoniuk, Akademia Medyczna w Białymstoku, dr Włodzimierz Buczek, Akademia Medyczna w Białymstoku, mgr Maria Kościelak, Akademia Medyczna w Białymstoku, dr Maciej Zarębski, Akademia Medyczna w Białymstoku, Wojciech Sobaniec, Akademia Medyczna w Białymstoku, Sergiusz Tarasiewicz, Akademia Medyczna w Białymstoku, Jerzy Radwan, Akademia Medyczna w Białymstoku, Zofia Sosnowska, Akademia Medyczna w Białymstoku, Jolanta Ropelewska, Akademia Medyczna w Białymstoku.

23. Temat pracy: „Wpływ kwasów tłuszczowych i ich pochodnych na przemiany energetyczne w komórce zwierzęcej”

Autorzy: prof. dr Lech Wojtczak, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Jerzy Duszyński, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Anna Wroniszewska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Halina Załuska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Józef Zborowski, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Maria Bednarek, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Barbara Burcan, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Anna Dygas, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Jadwiga Klonowska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN.

24. Temat pracy: „Zwierzęce enzymy folianowe”.

Autorzy: prof. dr Zofia Zielińska, Instytut Biologii Doświadczalnej, dr Barbara Grzelakowska-Sztabert, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Wanda Chmurzyńska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, dr Małgorzata Mantuffel-Cymborowska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, mgr Janina Saska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Maciej Fedorowicz, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Katarzyna Kropiwnicka, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Maria Popowicz, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Janina Wacławek, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Irmína Zajac, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN,

25. Temat pracy: „Zmiany okresów utajonych reakcji unikania pod wpływem niektórych parametrów sytuacji doświadczalnej i uszkodzeń mózgu”

Autorzy: prof. dr Kazimierz Zieliński, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, doc. dr hab. Jadwiga Dąbrowska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, mgr Danuta Kowalska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, mgr Ewa Jakubowska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, mgr Tomasz Werka, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Janusz Kiljanek, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Alina Bogusławska, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Janusz Szkop, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN.

WYDZIAŁ V — NAUK ROLNICZYCH I LEŚNYCH

1. Temat pracy: „Wpływ gazowych zanieczyszczeń powietrza na gospodarkę wodną i produktywność roślin uprawnych”.

Autorzy: prof. dr Adam Markowski, Zakład Fizjologii Roślin PAN, mgr Stanisław Grzesiak, Zakład Fizjologii Roślin PAN, dr inż. Maria Schramel, Zakład Fizjologii Roślin PAN.

2. Temat pracy: „Regulacja hormonalna termogenezy u gąsiąt”.

Autorzy: prof. dr Piotr Poczipko, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, mgr Maria Uliasz, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt, Zofia Orłowska, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jadwiga Ostrowska, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN.

3. Temat pracy: „Bilans azotu i energii u cieląt w okresie odchowu”.

Autorzy: doc. dr hab. Aleksandra Ziolecko, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, prof. dr Zofia Osińska, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, inż. Marta Kuźdowicz, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, mgr Elżbieta Orzeszko, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt, Janusz Sowiński, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt.

WYDZIAŁ VI — NAUK MEDYCZNYCH

1. Temat pracy: „Za osiągnięcia uzyskane w badaniach nad układem antygenowym I”.

Autorzy: dr hab. Wanda Dzierżkowska-Borodej, Wojewódzka Stacja Krwiodawstwa, prof. dr Halina Seyfriedowa, Instytut Hematologii, doc. dr Elwira Lisowska, Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN.

2. Temat pracy: „Za osiągnięcia uzyskane w badaniach komórek immunologicznie kompetentnych”

Autorzy: prof. dr Antoni Horst, Zakład Genetyki Człowieka PAN, dr Jerzy Nowak, Zakład Genetyki Człowieka PAN, dr Jan Jaroszewski, Zakład Genetyki Człowieka PAN, mgr Ryszard Słomski, Zakład Genetyki Człowieka PAN, lek. med. Anna Latos, Zakład Genetyki Człowieka PAN.

3. Temat pracy: „Immunopatologia krążących limfocytów w chorobach tkanki łącznej”.

Autorzy: prof. dr Stefan Mackiewicz, Akademia Medyczna w Poznaniu, lek. med. Grażyna Bogajewska, Akademia Medyczna w Poznaniu, dr Renata Brelińska-Pęczalska, Akademia Medyczna w Poznaniu, dr Ewa Celińska-Szpytko, Akademia Medyczna w Poznaniu, mgr Urszula Janicka, Akademia Medyczna w Poznaniu, dr Bożena Konieczna, Akademia Medyczna w Poznaniu.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ежи Анджеей Хмузиньски</i> — Тайны танцев пчёл. 1. Какую информацию несёт мобилизующий танец?	395
<i>Божидар Шабуневич</i> — Карта бактериофага лямбда	411
<i>Кишиштоф Ольшевски</i> — Эндемики в мире животных	425
<i>Евгений Бесядка, Кишиштоф Каспжак</i> — Избранные проблемы с исследований биологических результатов повышения температуры в конинских озерах	429
<i>Здзислав Пжыбыльски</i> — Влияние зараженной атмосферы соединениями серы на среду человека	435
<i>Александра Савицка, Мариа Трзциньска</i> — Определение фиксации молекулярного азота при помощи ацетиленного метода	441
<i>Кишиштоф З. Каминьский</i> — Уродливости ветвистоусых рачков (<i>Cladocer</i>)	451
<i>Влодзимеж Островски</i> — Молекулярная Биология — задачи и потребности	453

CONTENTS

<i>Jerzy Andrzej Chmurzyński</i> — Mysteries of the dances of honeybees. 1. What information is conveyed by recruitment dances?	395
<i>Bożydar Szabuniewicz</i> — The map of the bacteriophage lambda	411
<i>Krzysztof Olszewski</i> — Endemites in the World of Animals	425
<i>Eugeniusz Biesiadka, Krzysztof Kasprzak</i> — Some problems selected of the investigations into biological effects of the temperature rise in the Konin lakes	429
<i>Zdzisław Przybylski</i> — The effect of the air polluted by sulphur compounds, on the environment	435
<i>Aleksandra Sawicka, Maria Trzeńska</i> — Use of acetylene reduction assay for measurement of nitrogen fixation activity	441
<i>Krzysztof Z. Kamiński</i> — Teratologies in <i>Cladocera</i>	451
<i>Włodzimierz Ostrowski</i> — Molecular biology — tasks and needs	453

SPIS TREŚCI

<i>Jerzy Andrzej Chmurzyński</i> — Tajemnice tańców pszczoł	395
<i>Bożydar Szabuniewicz</i> — Mapa bakteriofaga lambda	411
<i>Krzysztof Olszewski</i> — Endemity w świecie zwierząt	425
<i>Eugeniusz Biesiadka, Krzysztof Kasprzak</i> — Wybrane problemy z badań nad biologicznymi skutkami podwyższenia temperatury w jeziorach konińskich	429
<i>Zdzisław Przybylski</i> — Wpływ skażonej atmosfery związkami siarki na środowisko człowieka	435
<i>Aleksandra Sawicka, Maria Trzeńska</i> — Zastosowanie metody acetylenowej do oznaczania aktywności wiązania azotu atmosferycznego	441
<i>Krzysztof Z. Kamiński</i> — Teratologie u wioślarek (<i>Cladocera</i>)	451

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Włodzimierz Ostrowski</i> — Głos w dyskusji na Walnym Zgromadzeniu PAN	457
---	-----

RECENZJE

<i>Józef Zon</i> — Needham A. E. — The Significance of Zoochromes	461
<i>Joanna Stachowiak</i> — Stern K., Tigerstedt P. M. A. (współpraca Sperlich D.) — Ökologische Genetik — Gustav Fischer Verlag	464

KRONIKA NAUKOWA

<i>Stanisław Muszyński</i> — Uwagi o chemotaksonomii roślin; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Kanały protonowe i cząsteczkowe generatory elektrostatyczne; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Reagowanie albuminy ludzkiej i luminolu; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Badanie chemiluminescencji komórek normalnych i nowotworowych zainicjowanej dodaniem wody utlenionej; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Badanie chemiluminescencyjne wpływu temperatury na konformację fibrynogenu; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Kinematyka udziału Fe^{2+} w utlenianiu lipidów i możliwości chemiluminescencyjnego oznaczania hydronadtlenków; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Badanie błysku chemiluminescencyjnego i nadtlenkowego utleniania lipidów w błonach erytrocytów; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Fotoprzewodnictwo mikrofalowe układów fotosyntetyzujących; <i>Włodzimierz Michajłow</i> — Ekorozwój — dalsze postępy teoretyczne.	469
---	-----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Włodzimierz Michajłow</i> — Trzecie Zgromadzenie Ogólne Komitetu Naukowego Problemów Środowiska (SCOPE)	479
<i>Stanisław Szymański</i> — Sympozjum — metody matematyczne w parazytologii	484
<i>Maria Jolanta Borkowska</i> — Sprawozdanie z Trzeciej Zimowej Szkoły Biofizyki Transportu Błonowego	486
<i>Maria Piotrowicz, Eleonora Bobrzyńska</i> — Zagadnienia z dydaktyki biologii w świetle obchodów XXX-lecia Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie	489

MISCELLANEA

Nagrody PAN za osiągnięcia w dziedzinie nauk biologicznych w 1975 r.	493
--	-----

Tylko prenumerata zapewnia
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Warunki prenumeraty

Cena prenumeraty krajowej	
rocznie	zł 90,—
półrocznie	zł 45,—

Prenumeratę na kraj przyjmują Oddziały RSW „Prasa-Książka-Ruch” oraz urzędy pocztowe i doręczyciele w terminach:

- do dnia 25 listopada na styczeń, I-szy kwartał, I-sze półrocze i na cały rok następny,
- do dnia 10 następnego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty na pozostałe okresy roku bieżącego.

Jednostki gospodarki uspołecznionej, instytucje i organizacje społeczno-polityczne oraz wszelkiego rodzaju inne zakłady pracy składają zamówienia w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”.

Zakłady pracy w miejscowościach, w których nie ma Oddziałów RSW oraz prenumeratorzy indywidualni zamawiają prenumeratę w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Prenumerata zagraniczna

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę, która jest o 50% droższa od prenumeraty krajowej, przyjmuje RSW „Prasa-Książka-Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, ul. Towarowa 28 00-958 Warszawa Konto PKO nr 1531-71 w terminach podanych dla prenumeraty krajowej.

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

A subscription order stating the period of time, along with the subscriber's name and address can be sent to your subscription agent or directly to Foreign Trade Enterprise Ars Polona-Ruch, 00-068 Warszawa, 7 Krakowskie Przedmieście, P.O. Box 1001, Poland. Please send payments to the account of Ars Polona-Ruch in Bank Handlowy S.A., 7 Traugutt Street, 00-067 Warszawa, Poland.

Indeks 36280

Kosmos A., R. XXV, 5, 395—502, Warszawa, październik 1976.