

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XXII

WARSZAWA 1973

ZESZYT 6(125)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 6 (125)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1973

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petrusewicz, Adam Urbanek

Redaktor: Włodzimierz Michajłow

Sekretarz: Jadwiga Kwiatkowska

Adres redakcji: 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki
(tel. 20-02-11, wewn. 20-74)

Wydano z pomocą finansową Polskiej Akademii Nauk

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1001+129 egz. Ark. wyd. 9,5, ark. druk. 7

Papier ilustrac. kl. V, 70 g, 70×100

Oddano do składania 28.IX.73 r. Podpisano do druku 20.XII.73 r.

Druk ukończono w styczniu 1974

Zam. 700/73

R-88

Cena zł 15,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

SPRAWOZDANIE Z OBRAD SEKCJI XIII NAUK BIOLOGICZNYCH II KONGRESU NAUKI POLSKIEJ W DNIU 27 CZERWCA 1973 *

W obradach Sekcji Nauk Biologicznych wzięło udział 110 osób. Przewodniczył obradom prof. dr Tadeusz Baranowski, Przewodniczący Sekcji. W Prezydium obrad zajęli miejsca prof. dr K. Petruszewicz, prof. dr P. Szafranski, prof. dr S. Białobok, prof. dr E. Grabda, prof. dr J. Zarzycki, prof. dr K. Wierzchowski, prof. dr W. Stęślicka-Mydlarska oraz prof. dr K. Kowalski.

Porządek obrad obejmował: otwarcie posiedzenia przez Przewodniczącą Sekcji, referat wprowadzający prof. dr K. Wierzchowskiego, dyskusję, podsumowanie obrad i przyjęcie wniosków Sekcji.

W skład Komisji wnioskowej weszli: prof.: Baranowski, Urbanek, Kuźnicki, Grodzieński i dr Jachymczyk.

Otwierając obrady Sekcji prof. dr Tadeusz Baranowski omówił przebieg prac przygotowawczych do II Kongresu Nauki Polskiej w dziedzinie nauk biologicznych. W okresie przygotowawczym odbyło się 25 posiedzeń, zjazdów i konferencji, na których przedyskutowano tezy rozwoju nauk biologicznych w Polsce. Wygłoszono na nich 94 referaty cząstkowe i syntetyczne, które przygotowywało 120 pracowników naukowych, a 350 wzięło udział w ich projektowaniu. Na podstawie tych materiałów przygotowano 6 referatów syntetycznych oceniających rozwój nauk biologicznych, główne kierunki badań oraz warunki do ich realizacji i dalszego rozwoju. Na podstawie materiałów zawartych w tych referatach oparto główne tezy referatu wprowadzającego, oraz przygotowano projekt wniosków przedstawiony uczestnikom obrad XIII Sekcji do przedyskutowania i uzupełnienia wnioskami z obrad Sekcji i Zespołu Problemowego.

W dyskusji, która była bardzo ożywiona, zabrało głos 34 uczestników. Podział środowiskowy dyskutantów był następujący: członkowie (rzecz. i koresp.) PAN — 6, pracownicy placówek PAN — 9, pracownicy Ministerstwa Nauki, Szkół Wyższych i Techniki — 13, pracownicy resortów gospodarczych — 3 i pracownicy innych działów — 3.

* Od Redakcji. Dzieje, aktualny stan, a zwłaszcza zadania i perspektywy rozwoju nauk biologicznych w Polsce poruszane były na II Kongresie Nauki Polskiej zarówno w referatach plenarnych, jak też w toku obrad zespołu problemowego zajmującego się sprawami zdrowia i żywienia ludności. Szczegółowa problematyka nauk biologicznych omówiona i przedyskutowana została w drugim dniu Kongresu podczas obrad Sekcji Nauk Biologicznych. W uchwałach II Kongresu Nauki Polskiej osobny rozdział poświęcony jest sprawom biologii. Ze względu na to, że pełne materiały Kongresu zostaną opublikowane w 1974 r., w niniejszym zeszycie „Kosmosu” umieszczamy jedynie wnioski Sekcji Nauk Biologicznych oraz omówienie przebiegu jej obrad.

W dyskusji najwięcej uwagi poświęcono zagadnieniom rozwoju i organizacji nauk biologicznych w Polsce. Przedstawiciele wszystkich dziedzin biologii postulowali konieczność szybszego rozwoju reprezentowanych przez siebie dyscyplin naukowych, zwracając uwagę na ich wzajemne powiązania.

Prof. A. Urbanek uzasadnił konieczność rozwijania badań w zakresie biologii ewolucyjnej i teoretycznej. Szczególnie ta ostatnia dziedzina jest w Polsce bardzo zaniedbana. Zaproponował powołanie Komitetu Biologii Teoretycznej przy Polskiej Akademii Nauk. Prof. K. Kowalski podkreślił znaczenie badań teoretycznych w dziedzinie ochrony środowiska człowieka. Prof. S. Białobok zwrócił uwagę na potrzebę modernizacji niektórych działów botaniki, a prof. K. Zieliński omówił problemy rozwoju nauk fizjologicznych, które stanowią transmisję między biologią molekularną a innymi dziedzinami biologii. Podkreślił konieczność opracowania kompleksowego programu rozwoju nauk fizjologicznych w powiązaniu z rozwojem biologii molekularnej z jednej strony a potrzebami rolnictwa i medycyny z drugiej. Wniosek ten został gorąco poparty przez prof. K. Petrusewicza, który stwierdził, że rola fizjologii jest ostatnio niedoceniana, a jako jeden z głównych kierunków badań należałoby preferować biologię organizmalną obok biologii środowiskowej. Prof. M. Mordarski i prof. M. Kańtoch zwrócili uwagę na konieczność rozwijania w Polsce badań z zakresu mikrobiologii i wirusologii. Prof. Mordarski stwierdził, że na skutek częstych zmian organizacyjnych mikrobiologia w ośrodkach akademickich znajduje się w stanie zastoju, jeśli nie wręcz regresu i postulował wyodrębnienie z powrotem na uczelniach instytutów mikrobiologii oraz powołanie Instytutu Mikrobiologii i Wirusologii PAN. Wniosek ten został poparty przez prof. prof. Kańtocha i Lorkiewicza. Prof. W. Gajewski zwrócił uwagę na to, że w obecnej dobie tematyka biologii molekularnej i dziedzin jej pokrewnych musi ulec rozszerzeniu i przejść od badania organizmów prokariotycznych do eukariotycznych, jeśli ma wywierać wpływ na inne dziedziny biologii, czego się od niej oczekuje. W tym celu w laboratoriach biologii molekularnej należałoby wprowadzać na szerszą skalę metody hodowli *in vitro* komórek roślinnych i zwierzęcych. Prof. Z. Kielan-Jaworowska zgłosiła wniosek w sprawie budowy w najbliższym pięcioleciu Centrum Zoologicznego i Muzeum Ewolucji w Warszawie. Centrum to powinno obejmować część naukową (trzy placówki Wydziału II PAN: Instytut Zoologiczny, Zakład Paleozoologii i Zakład Parazytologii) oraz część muzealną wraz z parkiem modeli dinozaurów na wolnym powietrzu. Warszawa jest jedyną stolicą w Europie nie posiadającą takiego ośrodka. Muzeum będzie odgrywać, poza rolą czysto naukową, ogromną rolę światopoglądową i społeczną i przyczyni się do ugruntowania światopoglądu materialistycznego w społeczeństwie. Wniosek ten został poparty przez prof. prof. Urbanka, Drozdowskiego, Wojterskiego, Klekowskiego i Rydzewskiego. Prof. Rydzewski i Wojterski dodatkowo postulowali konieczność utworzenia muzeów przyrodniczych również w innych ośrodkach naukowych w Polsce. Prof. Klekowski postulował konieczność utworzenia poza Centrum Zoologicznym w Warszawie, nowych placówek PAN takich jak Instytut Mikrobiologii i Wirusologii, Instytut Oceanologii oraz Centrum Biologiczne w Krakowie. Prof. Klimaszewski stwierdził, że projektowany ośrodek zoologiczny PAN powinien spełniać rolę bazy materiałowej i wymiany myśli naukowej pomiędzy różnymi ośrodkami naukowymi z tej dziedziny w kraju. Doc. dr M. Sarnecka-Keller uzasadniła konieczność budowy nowego gmachu dla Instytutu Biologii

Molekularnej w Krakowie. Prof. Z. Drozdowski, prof. Dzierżykray-Rogalski oraz prof. W. Łasiński mówili o konieczności dalszego rozwijania badań antropologicznych, o pozycji polskiej antropologii na świecie, oraz o znaczeniu badań antropometrycznych i eronometrycznych w wojsku i w sporcie.

W czasie dyskusji wiele uwagi poświęcono również zagadnieniom biologii środowiskowej i ochronie środowiska człowieka. Dynamiczny rozwój przemysłu w Polsce powoduje duże zmiany w środowisku przyrodniczym na skutek wprowadzenia do atmosfery dużych ilości gazów, głównie SO_2 , naruszania stosunków hydrologicznych i chemizacji środowiska przez stosowanie dużych ilości nawozów sztucznych, środków ochrony roślin itp. Na skutek tej działalności wiele gatunków zwierząt i roślin wymiera, a niektóre już całkowicie wyginęły i nie da się ich odtworzyć. Na przykład na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego w ciągu ostatnich stu lat zaginęło co najmniej 37 gatunków samych tylko roślin kwiatowych. W wodach Tatrzańskiego Parku Narodowego wzrosła ogromnie ilość siarczanów. Powoduje to zanik szeregu gatunków glonów, grzybów i porostów. W związku z tym prof. K. Zarzycki i prof. J. Szweykowski wskazali na ogromne znaczenie rozwijania genetyki populacji i prowadzenia badań nad ochroną gatunków roślin i zwierząt zagrożonych wyginięciem przez zabezpieczanie puli genowej istniejących gatunków. Prof. K. Kowalski podkreślił znaczenie połączenia badań teoretycznych z praktycznymi w zakresie ochrony środowiska. Sugerował utworzenie sieci punktów obserwacji środowiska w celu uzyskania możliwie pełnych danych w skali całego kraju. Prof. J. Prończuk stwierdził, że należy rozszerzać badania poszczególnych fizjocenoz w celu określenia optymalnych proporcji pomiędzy wodą, lasem, łąkami i gruntami ornymi, oraz przestrzenią zurbanizowaną, których nie wolno naruszać bez szkody dla środowiska. Należy rozwinąć badania nad opornością fitocenoz na skażenia, nad biotechniką dla celów rekultywacyjnych oraz nad dopełnieniem gatunkowym lasów, których drzewostan ulega stałej degradacji. Prof. K. Zabierowski, nawiązując do wypowiedzi K. Zarzyckiego o stanie zagrożenia rezerwatów przyrody i parków narodowych przypomniał, że są one naturalnymi laboratoriami badawczymi i że wszech miar byłoby celowe zagwarantowanie ich trwałości i obrona przed lokalizowaniem tam nadmiernej ilości inwestycji turystycznych. Doc. dr S. Wróbel i prof. W. Cieglewicz omówili znaczenie hydrobiologii środowiskowej, biologii, mórz i oceanów, oceny zasobów biologicznych wód oraz ważność rozwijania wiedzy o ochronie tych zasobów. Prof. Rydzewski stwierdził, że kompetencje w zakresie ochrony środowiska są rozproszone pomiędzy wiele resortów oraz, że bardzo często decyzje w określonych kierunkach działania są podejmowane bez udziału biologów. Istnieje paląca konieczność zmiany tej sytuacji.

Trzecim zagadnieniem bardzo żywo dyskutowanym w czasie obrad była sprawa kształcenia nowych kadr oraz organizacji nauki i badań naukowych w Polsce.

Wszyscy dyskutanci podkreślali, że kształcenie nowych kadr wyposażonych w nowoczesną wiedzę i zdolnych do sprostanania coraz trudniejszym wymaganiom jest sprawą najwyższej wagi. Podstawową bazą kształcenia biologów w Polsce są uniwersytety i od poziomu wydziałów biologii uniwersytetów będzie zależał poziom nauk biologicznych w przyszłości. Dlatego też prof. A. Tarkowski w swej wypowiedzi położył nacisk na konieczność podniesienia rangi placówek biologicznych szkolnictwa wyższego. Na szkolnictwie wyższym spoczywa ciężar zarówno szkolenia studentów,

jak i prowadzenia prac naukowych. Tendencja do umiejscawiania badań podstawowych z dziedziny biologii w placówkach poza uczelnianych jest błędem, który spowoduje zmniejszenie atrakcyjności ośrodków uniwersyteckich i tym samym obniżenie ich poziomu. Prof. Gajewski i prof. Rydzewski zaprotestowali przeciwko podejmowaniu decyzji o zmianie programu studiów biologicznych na uniwersytetach, bez porozumienia się z kadrami naukowymi uniwersytetów, a nawet bez porozumienia się z niedawno powołaną Radą Główną. Nowy program studiów, nastawiony głównie na kształcenie nauczycieli i ograniczający studia do 4 lat, spowoduje znaczne obniżenie poziomu wykształcenia biologów. Prof. Zakrzewski postawił wniosek o stworzenie kierunków szkolenia podyplomowego dla kadry pracowników przemysłu farmaceutycznego i biopreparatów. Wniosek ten znalazł szerokie poparcie u przedstawicieli innych kierunków biologii. Prof. Kubasiewicz proponował zorganizowanie szkolenia biologów w zakresie podsystemów informatycznych dla nauk biologicznych, prof. prof. Kamiński i Kowalski postulowali wprowadzenie kształcenia biologów w dziedzinie problemów ochrony środowiska i inżynierii biologicznej, prof. Kańtoch sugerował konieczność weryfikacji nauczania mikrobiologii i wirusologii oraz dokształcania kadry przemysłowej w nowoczesnej biologii. Prof. Matuszkiewicz postulował rozszerzenie programu kształcenia studentów w zakresie ekologii, a prof. Łasiński w zakresie antropometrii, morfologii i anatomii człowieka. Na koniec prof. Jaczewski i prof. Choraży wzywali do zwalczania tendencji łatwej, masowej produkcji przyczynkarskich prac naukowych o niskiej wartości. W tym celu należałoby znieść np. system „premiowania” za liczbę publikacji.

W sprawach organizacyjnych prof. prof. Choraży, Gajewski i Zieliński wystąpili przeciw tendencjom wprowadzania zmian i ograniczeń w obecnym systemie problemów węzłowych. System ten, pozwalający na integrację badań z różnych dziedzin zdał doskonale egzamin. Istniejące tendencje do wprowadzania zmian i ograniczeń tego systemu bez porozumienia się z zespołami koordynacyjnymi są bardzo szkodliwe i hamują rozwój prowadzonych badań naukowych. Prof. prof. Grabda i Rydzewski wskazali na konieczność zmian w organizacji udostępniania informacji naukowej i proponowali sposoby usprawnienia tej organizacji. Prof. Zakrzewski stwierdził, że obecnie nie ma właściwego powiązania między naukami podstawowymi a stosowanymi. Postulował powołanie zespołu ekspertów dla opracowania zadań i perspektyw stosowania osiągnięć biologii molekularnej w przemyśle. Prof. Zieliński i prof. Klekowski stwierdzili, że nauki biologiczne w Polsce w ciągu ostatnich lat były niedostatecznie rozwijane. Dało się to zaobserwować w polityce inwestycyjnej, niedostatecznej ilości stypendiów zagranicznych, przydziału funduszy na badania itp.

W podsumowaniu dyskusji prof. T. Baranowski podziękował uczestnikom za bardzo żywy udział w dyskusji, który świadczył o wadze poruszanych problemów. Z kolei omówił pokrótce wnioski zgłoszone przez dyskutantów i poprawki, które zostały zgłoszone do projektu wniosków. Stwierdził, że większość wniosków zgłoszonych w czasie obrad dotyczyła głównie silniejszego uwypuklenia niektórych tez, lub tylko korektur stylistycznych. Jedynie sprawa podniesienia rangi szkolnictwa wyższego i obciążenia go szkoleniem kadry o określonych profilach została w projekcie wniosków niedostatecznie podkreślona. Dokument wniosków, po wprowadzeniu omówionych poprawek będzie rzeczywistym obrazem postulowanych kierunków rozwoju nauk biologicznych w Polsce.

WNIOSKI SEKCJI NAUK BIOLOGICZNYCH II KONGRESU NAUKI POLSKIEJ

A. WNIOSKI DOTYCZĄCE KIERUNKÓW ROZWOJU NAUK BIOLOGICZNYCH

Najogólniej formułując należy postulować intensywny rozwój trzech głównych dziedzin nowoczesnej biologii: 1) biologii molekularnej, 2) biologii środowiskowej i 3) biologii teoretycznej i ewolucyjnej.

Biologia molekularna ma kluczowe znaczenie dla rozwoju niemal wszystkich gałęzi nauk biologicznych zarówno w sensie poznawczym, jak i w stosowanym. Rozwinęła się jako nauka interdyscyplinarna, łącząc szereg dyscyplin naukowych w zintegrowanych planach badawczych. W związku z tym należy rozwijać biochemię i biofizykę, genetykę i mikrobiologię, chemię strukturalną i matematykę stosowaną. Postęp w biologii molekularnej wyznacza stosowanie automatyzacji pomiarów i zastosowanie techniki obliczeniowej.

Biologia środowiskowa powinna być rozwijana ze względu na istotne znaczenie gospodarcze i społeczne w rozwoju społeczeństwa socjalistycznego. Podstawowymi dyscyplinami w tej dziedzinie wiedzy jest ekologia i genetyka populacji oraz kompleks dyscyplin związanych z użytkowaniem i ochroną zasobów przyrody oraz ochroną zdrowia człowieka.

Biologia teoretyczna i ewolucyjna powinna być rozwinięta od podstaw, gdyż ona jedynie zapewnia pełne wykorzystanie badań empirycznych oraz integruje nauki biologiczne od strony poznawczej, metodycznej i światopoglądowej.

B. WNIOSKI DOTYCZĄCE PREFEROWANYCH KIERUNKÓW I PROBLEMÓW BADAWCZYCH

W dziedzinie biologii molekularnej należy szczególnie rozwijać następujące kierunki badawcze:

- 1) badania nad strukturą i funkcją aparatu genetycznego ze szczególnym uwzględnieniem chromosomów wirusowych i analogicznych struktur w drobnoustrojach;
- 2) badania nad mutagenezą;
- 3) badania nad regulacją funkcji genu i różnicowaniem się komórek na poziomie molekularnym;
- 4) badania nad strukturą i konformacją białek zwłaszcza regulatorowych i ich rolę w metabolizmie i bioenergetyce komórki;
- 5) badania nad molekularną strukturą i funkcją błon biologicznych szczególnie w związku z transportem przez błony oraz zjawiskami pobudliwości nerwowej;
- 6) badania nad bioenergetyką na poziomie molekularnym szczególnie w zakresie funkcji łańcucha oddechowego oraz fotosyntezy;
- 7) badania nad strukturą, syntezą i funkcją kwasów nukleinowych oraz sterowaniem biosyntezą białka;

8) badania nad strukturą, funkcją i syntezą białka ze szczególnym uwzględnieniem enzymów i ich zastosowań w medycynie i przemyśle. W dziedzinie biologii środowiskowej szczególny nacisk należy położyć na rozwinięcie następujących kierunków badań:

- 9) badania nad funkcjonowaniem biosfery ze szczególnym uwzględnieniem zmian funkcjonowania ekosystemów pod wpływem działalności człowieka;
- 10) badania nad biologicznymi podstawami ochrony i kształtowania środowiska oraz fitocenozy (krajobrazu ekologicznego);
- 11) badania nad biologią wód śródlądowych;
- 12) badania nad biologią morza;
- 13) badania nad biologią drobnoustrojów szczególnie dla wykorzystania dla celów przemysłowych, ochrony zdrowia, oraz poznania roli w różnych ekosystemach i ochronie środowiska naturalnego człowieka.

Ponadto należy zapewnić intensywny rozwój dyscyplin biologii organizmalnej niezbędnych dla postępu wymienionych dziedzin preferowanych. Dyscypliny te zajmują się badaniem indywidualnego organizmu i wyższych poziomów organizacji i są niezbędne dla istotnego postępu zarówno biologii molekularnej jak i środowiskowej. Są to następujące kierunki badawcze:

- 14) rozwinięcie i unowocześnienie badań nad fizjologią roślin ze szczególnym uwzględnieniem roślin użytkowych i drzewiastych oraz fizjologią ze szczególnym uwzględnieniem neurofizjologii, endokrynologii, bioenergetyki oraz fizjologii komórki zwierzęcej;
- 15) rozwinięcie genetyki roślin i zwierząt w oparciu o genetykę organizmalną i populacyjną;
- 16) badania nad różnicowaniem się roślin i zwierząt w celu sterowania ich rozwojem;
- 17) badania nad współczesnymi i kopalnymi faunami i florami Polski przy zastosowaniu nowoczesnych metod taksonomicznych oraz techniki obliczeniowej;
- 18) badania nad zjawiskami pasożytnictwa ze szczególnym uwzględnieniem pasożytów zwierząt użytkowych;
- 19) poszerzenie i unowocześnienie badań w zakresie biologii człowieka, szczególnie w aspekcie genetycznym, rozwoju osobniczego, ekologii człowieka i zmian stanu biologicznego populacji pod wpływem czynników ekonomiczno-społecznych i demograficznych.

C. WNIOSKI DOTYCZĄCE WARUNKÓW ROZWOJU NAUK BIOLOGICZNYCH

1. BIOLOGIA MOLEKULARNA

Zasadniczym warunkiem rozwoju biologii molekularnej w Polsce jest rozbudowa warsztatów badań i wyszkolenie nowoczesnej kadry badawczej. Należy odrobić nie tylko opóźnienie i zacofanie w stosunku do światowego nurtu badań, ale równocześnie przejąć nowoczesną technikę i organizację badań, opartą o nowe techniki pomiarowe, automatyzację i techniki obliczeniowe.

Należy rozbudować istniejące placówki naukowo-badawcze na terenie szkół wyższych, wyposażając je w standardową ale nowoczesną aparaturę badawczą oraz umożliwiając w szerokim zakresie przeszkalanie w wiodących placówkach zagranicznych. Dotyczy to przede wszystkim zakładów

biochemii i biofizyki, mikrobiologii i genetyki. Powinny one mieć warunki do włączenia się w problematykę węzłową z dziedziny biologii molekularnej. Dla przyswojenia nowoczesnej techniki badań należy utworzyć silne ośrodki badawcze biologii molekularnej i związane z nimi środowiskowe laboratoria unikalnej aparatury pomiarowej dla celów biologicznych. Ośrodek warszawski powinien być rozbudowany na bazie Instytutu Biochemii i Biofizyki PAN, który musi otrzymać nowy budynek. Ośrodek wrocławski należy skupić około Instytutu Biochemii i Biofizyki AM, który należy przekształcić we wspólną placówkę z PAN. Ośrodek ten podejmie kształcenie kadr w badaniach nad strukturą i funkcją biopolimerów ze szczególnym uwzględnieniem enzymów i ich zastosowań w medycynie i przemyśle. Zintegrowanie badań w zakresie biologii molekularnej i szkolenie kadr w nowoczesnej technice badawczej umożliwi powołanie około 1980 r. Instytutu Biologii Molekularnej.

Ośrodek poznański należy rozbudować na bazie Międzyuczelnianego Instytutu Biochemii przy Akademii Rolniczej i sprofilować tematykę badawczą na badania struktury i funkcji kwasów nukleinowych oraz mechanizmów przenoszenia informacji genetycznej.

Ośrodek krakowski, dysponujący Instytutem Biologii Molekularnej Uniwersytetu, zajmuje się zagadnieniami biochemii i biofizyki, fotosyntezy, błon biologicznych. Należy stworzyć ośrodek badawczy przez poszerzenie profilu badawczego na zagadnienia budowy i funkcji enzymów, dobrze reprezentowane w środowisku naukowym Krakowa.

Z indywidualnych placówek badawczych należy otoczyć szczególną opieką i rozbudować Zakład Biologii Nowotworów w Instytucie Onkologii w Gliwicach, który prowadzi badania nad mechanizmem informacji genetycznej w przeżywających komórkach. Rozbudowa tej placówki i wyposażenie w nowoczesną aparaturę ma istotne znaczenie w badaniach nad nowotworami i ich zwalczaniem.

Również na szczególne poparcie zasługuje Zakład Mikrobiologii UMCS w Lublinie prowadzący ważne badania nad mechanizmem informacji genetycznej oraz Zakład Chemii Fizjologicznej AM w Lublinie.

Szczególnej troski i opieki wymaga rozwój placówek biofizycznych i genetycznych, których ilość i udział w badaniach biologii molekularnej nie jest wystarczający. Główny udział w rozwoju biologii molekularnej mają biochemicy i biofizycy, ale niezbędne jest włączenie matematyków, fizyków teoretycznych, mikrobiologów i genetyków. Kadra naukowa musi spełniać szczególne wymagania, gdyż uprawiać musi zintegrowaną dziedzinę wiedzy oraz władać nowoczesną, bardzo wyspecjalizowaną i skomputeryzowaną techniką pomiarową. Wymagać to będzie profilowania szkolenia przeddyplomowego oraz szczególnej organizacji szkolenia poddyplomowego, nie tylko w ramach studiów doktoranckich. Trzeba jednak stwierdzić, że bez poważnych rozmiarów szkolenia w ośrodkach zagranicznych nie będzie można przyswoić deficytowych u nas technik badań. Dlatego plan szkolenia kadry badawczej w ośrodkach zagranicznych jest szczególnie ważnym postulatem warunkującym rozwój nauk biologicznych.

2. NAUKI EKOLOGICZNE

Konieczny jest intensywny rozwój nauk ekologicznych i unowocześnienie ich technik badawczych. Mają one ważne zadania poznawcze i stosowane w zakresie racjonalnego użytkowania bioinżynierii i ochrony śro-

dowiska. Należy skupić wysiłki na badanie ekosystemów typowych dla obszarów Polski.

W badaniach nad ekosystemami lądowymi szczególną uwagę należy poświęcić produktywności gleb uprawnych i optymalizacji produkcji biologicznej przy równoczesnej ochronie środowiska. W ekosystemach wodnych podstawowym problemem badawczym jest zabezpieczenie racjonalnej gospodarki wodnej oraz ochrona wód przed ich skażeniami. Badania nad ekologią krajobrazu powinny stanowić podstawę przestrzennego zagospodarowania kraju. Dla uzyskiwania informacji o stosunku organizm-biocenoza-środowisko niezbędne jest zorganizowanie nowoczesnej biodynamiki ekologicznej. Niezbędne jest również oparcie badań ekologicznych o technikę obliczeniową i analizy systemowe, wymaga to współpracy wielu specjalistów. Realizacja programu badawczego ekologii wymagać będzie odpowiednich form organizacyjnych i współpracy między placówkami badawczymi, instytutami resortowymi i organami planowania przestrzennego. Ponadto niezbędna jest poprawa nauczania ekologii w szkołach akademickich oraz zapewnienie szkolenia ekologów w odpowiednich dziedzinach działalności gospodarczej i ich specjalizacja. Należy polepszyć warunki lokalowe większości placówek badawczych, stworzyć ośrodki obliczeniowe i zorganizować stacje terenowe wyposażone w środki transportu i automatyczną aparaturę pomiarową.

Ochrona przyrody i kształtowania środowiska powinna uzyskać naukowe podstawy działalności przez rozwój badań naukowych nad metodami chronienia krajobrazu ekologicznego i zachowaniem puli genowej zagrożonych gatunków roślin i zwierząt.

Dla realizacji zadań badawczych konieczny jest rozwój Zakładu Ochrony Przyrody PAN przez wzmocnienie aparaturowe i etatowe oraz utworzenie dalszych stacji terenowych. Postuluje się ponadto przejęcie od Wydziału IV PAN Zakładu Ochrony Środowiska Regionów Przemysłowych i rozwinięcie w nim badań podstawowych związanych z ochroną przyrody i kształtowaniem środowiska. Rozważyć należy powołanie Zakładu Oceanobiologii w Instytucie Badań Morza PAN oraz założenie Międzynarodowej Stacji Biologicznej na Kubie.

3. MIKROBIOLOGIA

Podstawowe badania należy rozwijać we wszystkich dziedzinach mikrobiologii w oparciu o rozwój biologii molekularnej. Należy prowadzić badania nad sterowaniem własnościami drobnoustrojów, poznaniem ich roli w różnych ekosystemach i ochronie środowiska oraz nad zapobieganiem i leczeniem chorób zakaźnych, szczególnie wirusowych. Szczególnie znaczenie ma zastosowanie drobnoustrojów w przemyśle farmaceutycznym, chemicznym i spożywczym, w produkcji rolniczej oraz w oczyszczaniu wód i ścieków. Należy wyrównać opóźnienia i zaniebdania w niektórych działach badań mikrobiologii przemysłowej, mikologii, mikrobiologii lekarskiej, rolniczej i weterynaryjnej. Należy podjąć badania w zakresie cytologii oraz fizjologii drobnoustrojów.

Należy wyrównać szkody powstałe podczas likwidacji katedr i zakładów szkolnictwa wyższego przede wszystkim przez utworzenie instytutów mikrobiologii o sprofilowanych kierunkach. Badania należy rozwijać w sposób kompleksowy w oparciu o biologię molekularną, biochemię i biofizykę. Należy rozwiązać sprawę nowoczesnego kształcenia studentów w mikro-

biologii oraz okresowego szkolenia specjalistycznego podyplomowego. Postulaty wyposażeniowe, informatyczne i współpracy z zagranicą, szczególnie z krajami RWPG pokrywają się z postulatami innych dyscyplin biologicznych. Należy w porozumieniu z innymi resortami utworzyć instytuty mikrobiologii na uczelniach wyższych oraz Instytut Wirusologii w ramach Polskiej Akademii Nauk.

4. NAUKI BOTANICZNE

Dalszy rozwój nauk botanicznych jest zależny od ich właściwego ukierunkowania i powiązania z potrzebami rozwojowymi kraju. Główne kierunki badań powinny koncentrować się na zagadnieniach biologii środowiskowej. Szczególnego znaczenia nabierają takie gałęzie nauk biologicznych jak ekologia, fizjologia i genetyka roślin. Należy preferować badania nad ekologią krajobrazu, fizjologią wzrostu i rozwoju roślin, fizjologią żywienia roślin, fizjologią grzybów i glonów szczególnie w aspekcie wykorzystania przemysłowego oraz w ochronie przyrody. Należy rozszerzyć badania nad genetyką roślin, szczególnie populacji naturalnych, półnaturalnych i sztucznych, zwłaszcza roślin drzewiastych. Należy rozwinąć badania geobotaniczne, wiąże się to z potrzebą zorganizowania banku informacji o roślinach i pracowni kartografii botanicznej. Należy zakończyć opracowania krajowych flor, a katalogi florystyczne przekształcić w komputerowe. Należy rozwijać paleobotanikę, badania w zakresie morfogenezy, morfologii i embriologii roślin w powiązaniu z genetyką i biologią molekularną. Należy badać procesy ewolucyjne ze szczególnym uwzględnieniem mikroewolucji w środowiskach naturalnych oraz zmienionych działalnością człowieka.

Warunkiem realizacji zamierzonych badań jest wyposażenie placówek badawczych w nowoczesną aparaturę pomiarową i rejestrującą oraz uzyskanie terenów doświadczalnych. Należy rozbudować Instytut Botaniki PAN w kierunku badań ekologii doświadczalnej oraz utworzyć zespół placówek (centrum biologiczne krakowskie) biologicznych w Mydlnikach (Instytut Botaniki, Zakład Ochrony Przyrody, Zakład Zoologii Systematycznej i Doświadczalnej, Zakład Biologii Wód). Należy rozbudować Zakład Fizjologii Roślin AR i PAN w Krakowie oraz powołać Instytut Dendrologii PAN w Kórniku.

5. NAUKI ZOOLOGICZNE

Należy rozwijać kierunek faunistyczno-zoogeograficzny, dotyczący zagadnień racjonalnej gospodarki zasobami przyrody i ochrony naturalnego środowiska człowieka. W kierunku systematyczno-ewolucyjnym należy rozwijać zoologię systematyczną. Kierunek morfologiczny powinien być uprawiany na wyższych uczelniach jako podstawa dydaktyki. W powiązaniu z biologią molekularną trzeba rozwijać badania nad morfologią ultrastruktur komórkowych. Należy dalej rozwijać kierunek fizjologiczny w zoologii, szczególnie w zakresie układów integracyjnych, szczytujących się osiągnięciami na skalę światową (fizjologia i funkcja mózgu). Również należy kontynuować badania nad układem neurohormonalnym i fizjologią ruchu pierwotniaków. Wprowadzić i rozwijać należy badania nad modelowaniem procesów fizjologicznych w oparciu o cybernetykę. Rozwinąć badania nad bioenergetyką świata zwierzęcego i określaniem produkcji energii w ekosystemach. Rozbudować badania nad cytofizjologią. Konty-

nuować pomyślnie rozwijające się badania parazytologiczne, szczególnie w zakresie parazytologii ogólnej i stosowanej, zwłaszcza w dziedzinie zapobiegania i zwalczania parazytoz. Intensywnie rozwijać badania biologii morza, z czym wiąże się potrzeba powołania Morskiej Stacji Biologicznej PAN na Pomorzu Zachodnim. Rozwój zoologii stosowanej powinien iść w kierunku ograniczania szkód przez szkodniki owadzie oraz opracowania podstaw ich biologicznego zwalczania. Paleozoologia polska, która ma osiągnięcia na skalę światową, powinna nadal rozwijać badania paleozoologiczne poszerzone o badania ultrastrukturalne i paleobiochemiczne oraz badania powstawania i wymierania określonych grup organizmów. Duże znaczenie mają badania paleontologiczno-stratygraficzne dla geologii poszukiwawczej i górnictwa.

Istotnym warunkiem rozwoju zoologii i biologii jest reforma systemu nauczania w szkołach średnich oraz wyższych. Należy je dostosować do obecnych warunków, uwzględniając zagadnienia ochrony środowiska, nauk o ziemi i biosferze. Wzmocnić przechodzenie od specjalizacji pionowej w biologii (zoologia, botanika) do poziomej, (poziom molekularny, osobniczy, biocenotyczny). Istotnym dalszym warunkiem rozwoju biologii jest ogólne wzmocnienie placówek szkolnictwa wyższego oraz zainicjowanie wykładów z zakresu biologii teoretycznej. Ważną rolę spełniają nowoczesne muzea (zoologiczne i botaniczne), które powinny być rozbudowane i deffinansowane w całym kraju.

Z posunięć organizacyjnych trzeba postulować utworzenie ośrodka biologicznego w Warszawie, na Siekierkach, złożonego z zespołu placówek zoologicznych i Muzeum Ewolucji oraz utworzenie środowiskowego centrum zakładów biologicznych w Krakowie, rozbudowę środowiskowego laboratorium mikroskopii elektronowej w Warszawie przy Instytucie Biologii Doświadczalnej PAN. Ponadto należy przekształcić w instytuty: Zakład Biologii Wód, Zakład Paleozoologii, Zakład Parazytologii, Zakład Zoologii Systematycznej i Doświadczalnej, Zakład Ochrony Przyrody.

Dla zapewnienia rozwoju biologii teoretycznej i ewolucyjnej trzeba powołać odpowiedni Komitet przy Wydziale II PAN w 1974 r.

6. ANTROPOLOGIA

W zakresie badań antropologicznych należy rozwijać badania nad genetyką człowieka w zakresie dziedziczenia cech somatycznych i funkcjonalnych. Prowadzić badania nad ontogenezą człowieka i nad wpływem czynników socjodemograficznych na strukturę genetyczną oraz o zmianach zachodzących w strukturze biologicznej społeczeństwa. Badania nad etnogenezą mają szczególne znaczenie dla terenu Ziemi Zachodnich. Konieczne jest poszerzanie badań nad zastosowaniami badań antropologicznych i antropometrycznych dla potrzeb gospodarki narodowej, ekspertyz sądowych, zastosowań w ergonomii i w działaniach służby zdrowia.

Warunkiem rozwoju antropologii jest wzrost kadry naukowo-badawczej, koncentracja potencjału badawczego i środków w wyspecjalizowanych ośrodkach antropologicznych, utworzenie centrum obliczeniowego i informacyjnego przy Zakładzie Antropologii PAN, który należy przekształcić w Instytut.

BIOSFERA A EKOSYSTEMY ROŚLINNE

Pojęcie „biosfera”, tj. „obszar życia, wprowadził do biologii M. Lamarck (1744—1829) na początku XIX wieku, a następnie E. Zuess (1885—1909) w końcu tego stulecia.

W XX wieku wyraz biosfera wzbogacił się w zupełnie nową treść. Szczególnie interesujący i poważny wkład w to zagadnienie wniósł znany radziecki uczony W. I. Wernadskij (1863—1945), który ogłosił dzieło pod tytułem „Biosfera”, [5], wydane także w języku francuskim pt. „La biosphère” [6]. Autor przedstawia biosferę jako osobną objętą życiem zewnętrzną warstwę skorupy ziemskiej. Żywa substancja biosfery, jako całokształt żywych organizmów, odgrywa wyjątkową rolę w życiu naszej planety.

Na Ziemię przedostają się z kosmicznych niebieskich przestrzeni nieskończone ilości różnego rodzaju promieniowania, spośród których widzialne promienie świetlne są tylko znikomą ich częścią [5]. Promieniowania są różnego typu, ujawniają one zmiany zachodzące w samym środowisku i w powstających w nim ciałach materialnych. W zależności od formy promieniowania, w szczególności, np. od długości fal, będą zaznaczać się bądź jako światło, bądź jako ciepło, bądź jako elektryczność, będą w ten sposób zmieniać materialne środowisko naszej planety oraz obiekty w jej skład wchodzące. Przeniknięta energią substancja biosfery, staje się aktywna, gromadzi i rozprasza w biosferze pożywkę w postaci promieniowania energii, przekształca ją następnie np. w energię wodną, zdolną wykonywać pracę [5]. Krótkie promienie ultrafioletowe w pewnym zakresie całkowicie, a w innych przypadkach w znacznej części, są zatrzymywane w górnych, rozrzedzonych warstwach gazowej ziemskiej stratosfery. To „zatrzymywanie” związane jest z transformacją promienistej energii fal krótkich. W tych to przestrzeniach kosmicznych, pod wpływem promieni ultrafioletowych, obserwowane są zmiany pól elektromagnetycznych, rozpad molekuł i różnorodne zjawiska jonizacji. Krótkie fale świetlne o 180—200 milimikronach niszczą wszystkie żywe organizmy, natomiast dłuższe fale nie są dla nich szkodliwe.

„Życie obejmuje znaczną część atomów, składających się na żywą substancję zasiedlającą powierzchnię Ziemi. Atomy te znajdują się w nieprzerwanym, intensywnym ruchu, z tych to w ciągu całego życia powstają miliony najróżnorodniejszych związków” [5]. Proces ten trwa bez przerwy, w ciągu dziesiątków milionów lat, od najstarożytniejszych epok do naszych czasów, przy czym w ogólnych zarysach pozostaje niezmienny. Na kuli ziemskiej nie ma takich procesów chemicznych działających bez przerwy, które dorównywałyby procesom zachodzącym w żywych organizmach. Badania morfologiczne i ekologiczne zielonych organizmów dowiodły, że cały zielony organizm oraz jego skupienia w cenozach są przy-

stosowane przede wszystkim do wykonywania swojej funkcji kosmicznej, tj. do pochłaniania i przekształcania promienia słonecznego. Światło przypuszczalnie bardziej kształtuje świat roślin aniżeli ciepło, jakby ulepia przy współudziale innych czynników, z plastycznego, zielonego materiału bogactwo ich kształtów.

Wśród organizmów bakterie zajmują szczególne miejsce. Są to zorganizowane ciała najmniejszych wymiarów, wielkości 10^{-4} , 10^{-5} . Rozmnażając się drogą podziału, komórki podwajają się wielokrotnie w ciągu jednej doby. Najbardziej szybko rozmnażająca się bakteria przechodzi w ciągu jednej doby 63—64 takie podziały, średnio biorąc jeden podział odbywa się w ciągu 22—23 minut. Masy bakterii przebywają w hydrosferze, znaczne ich ilości są skupione w glebie, jak również przedostają się do innych organizmów. Gdyby nie istniały przeszkody w zewnętrznym środowisku, mogłyby one wzrastać z nadzwyczajną dla nas szybkością, tworząc nieprawdopodobne ilości złożonych związków, zawierających ogromne zapasy energii chemicznej. Tej ogromnej energii odpowiada nadzwyczajna szybkość ich rozmnażania. W ten sposób w ciągu 1,5 doby bakterie mogłyby pokryć cienką warstwą powierzchnię kuli ziemskiej, podczas gdy zielone rośliny musiałyby na to mieć kilka lat lub w najlepszym wypadku setki dni. Na Ziemi organizmy przebywają w określonej dla nich przestrzeni. Rozmnażanie organizmów na Ziemi odbywa się w sposób ograniczony, różny dla każdego z nich, pozostający w zależności od ich sposobów rozmnażania. Przykładem ograniczonej możliwości rozwoju niech posłużą różne gatunki spośród rodzaju rzęsa (*Lemna*). Nieduże zbiorniki wodne są często pokryte na całej powierzchni pływającą na nich rzęsą. Roślinki tak ciasno do siebie przylegają, że nie pozostaje żadnej pomiędzy nimi wolnej przestrzeni, ich połączie, tj. spłaszczony pędy, zachodzą jedne na drugie, rozmnażają się drogą wegetatywną, zaś bardzo rzadko w sposób płciowy. Proces rozmnażania jest ograniczony i powolniejszy z powodu przeszkód zewnętrznych, w tym przypadku przede wszystkim z braku miejsca. Proces rozmnażania u rzęsy ma miejsce wtedy, kiedy zielona powierzchnia pokrywająca staw ulega zniszczeniu lub jest zdmuchiwana i przenoszona przez wiatr lub z powodu innych zewnętrznych różnorodnych czynników, kiedy w ten sposób powstają wolne od rzęs miejsca na wodnej powierzchni stawu. Wtedy to znowu niezwłocznie zaczyna się proces rozmnażania się płciowego, który dotychczas był powstrzymywany przez nieprzewycięzoną zewnętrzną przeszkodę. W każdym podobnym stawie powstaje swoista dynamiczna równowaga.

Drugim takim przykładem może być, spośród glonów zielenic, rodzaj pierwotek (*Protococcus*), odznaczający się znacznie większą energią geochemiczną, aniżeli wyżej podany przykład rzęsy (*Lemna*). Glon ten występujący na korze drzew, może zajmować, w sprzyjających warunkach, całą powierzchnię kory drzewa, kiedy to następuje zahamowanie procesu rozmnażania. Proces ten ulega znowu wznowieniu, jak tylko powstaje możliwość rozmieszczenia nowo przybywających komórek.

Wnioski te można by rozszerzyć na różne przykłady z przyrody żywej, nawet na biosferę. W ten sposób ilość występujących organizmów jest funkcją gęstości ich skupienia, która z kolei umożliwia ich funkcje życiowe. Ta gęstość jest różna dla wielokomórkowej rzęsy i jednokomórkowego glonu i określa się w tym przypadku ich wymiarami, wymaganiami powierzchni i przestrzeni bytowania. Tak na jednego słonia indyjskiego przypada do 30 km² powierzchni, owca na górskich pastwiskach

Szkocji potrzebuje około 105 m^2 , średnia rodzina pszczelna — nie mniej niż $10\text{--}15 \text{ km}^2$, na jedną więc pszczołę przypada około 200 m^2 powierzchni lasu (w warunkach Ukrainy).

Budowa roślin — zielonego transformatora energii słonecznej, jest jak skrawo różna — na lądzie i w morzu. Na lądzie przeważa kwiatowa roślinność zielna, wśród której drzewiasta wagowo stanowi znaczną jej część, natomiast glony i inne rośliny zarodnikowe zajmują pod tym względem niemal ostatnie miejsca. W oceanie natomiast przeważają jednokomórkowe mikroskopijne zielone organizmy, natomiast morskie rośliny kwiatowe, jak np. *Zostera*, duże brunatnice i krasnorosty stanowią wagowo nieznaczną część roślinnego życia w oceanie, gdyż skupione są przeważnie w płytkich miejscach przybrzeżnych, dokąd przenikają promienie słoneczne. Nawet znaczne skupienia wielkich brunatnic, tworzące w Oceanie Atlantyckim, tzw. morza sargassowe, zajmują karłowate powierzchnie wśród niezmiierzonych obszarów morskich. Liściasta powierzchnia lasów i łąk przewyższa dziesięciokrotnie powierzchnię upraw, jak trawy łąkowe w naszych szerokościach o $22\text{--}38$ razy, bukowy las — $7,5$ raza. Na dziewiczych obszarach stepowych, zachowanych na południu Rosji, można było niegdyś obserwować ustaloną wiekami naturalną równowagę. Taki to step ostnicy włosowatej (*Stipa capillata*) opisywał w swoim czasie Józef Paczowski [4] w dawnej gubernii Chersońskiej: „To robiło wrażenie morza, żadnej roślinności nie widać było poza ostnicą, pokrywającą niezmiernie przestrzenie po pas i wyżej wzrostu człowieka, skupienie naturalnej roślinności często całkiem pokrywało całą powierzchnię ziemi, zacieniając ją i tym sprzyjało zachowaniu wilgoci nad samą powierzchnią” [4]. Obecnie tylko miejscami zachowały się stepy, ale już tylko w rezerwatach.

Biosfera według W. I. Wernadskiego wykazuje złożoną strukturę i składa się z 4 geosfer: troposfery (gazowej geosfery), hydrosfery (wodnej geosfery), litosfery (lądowej geosfery) i podziemnej geosfery. Warstwa biosfery jest stosunkowo potężna. Górne granice biosfery mogą sięgać do stratosfery, określającej górne krańce możliwości istnienia życia, zaś dolne granice życia sięgają maksymalnych głębokości w oceanach. W rzeczywistości granica życia sięga znacznie niżej, tj. do górnych tylko granic troposfery, do wysokości $9\text{--}13 \text{ km}$, dokąd prądy powietrza niekiedy mogą przenosić bakterie i zarodniki. Natomiast dolna granica rozpowszechnienia życia ograniczona — wysoką temperaturą, sięgającą 100°C w ziemi na głębokości $3\text{--}3,5 \text{ km}$. W wodach towarzyszących pokładom ropoносnym ujawniono mikroorganizmy na głębokości $2\text{--}3 \text{ km}$.

Miejsce koncentrowania się życia, to stosunkowo cienka zasiedlona powłoka Ziemi, zwana biosferą, obejmującą odpowiednią warstwę na ziemi, w morzu i w atmosferze, a najbardziej obfitują w życie granice styku tych środowisk. W biosferze życie istnieje wszędzie, lecz nie jest równomiernie rozmieszczone i pozostaje w zależności od lokalnych warunków. Dla oceny ogólnej liczby masy żywej substancji, przypadającej na daną powierzchnię, wprowadzono termin biomasa. Pomiary potwierdzają, że niektóre obszary biosfery są bardziej sprzyjające dla życia, inne natomiast mniej. Przeprowadzone badania produkcyjności różnych części biosfery, określenie produkcji organicznej substancji, wyrażone w gramach suchej masy, przypadającej na 1 m^2 w ciągu doby, przyniosło następujące wyniki. Pustynia produkuje dziennie mniej niż $0,5 \text{ g}$ suchej masy organicznej substancji na 1 m^2 , łąki i lasy górskie — $0,5\text{--}3 \text{ g}$; wilgotne lasy i mo-

kre łąki produkują 3—10 g. Produkcyjność płytkich wód morskich da się być może porównać do produkcyjności łąk i lasów górskich, zaś produkcyjność wielkich głębin oceanicznych — z produkcyjnością pustyń. Oznaczenie ogólnej suchej masy daje niewątpliwie ogólne pojęcie o stanie życia, lecz w rzeczywistości nie pozwala na ujawnienie złożoności procesów życiowych, zachodzących w badanej biomasie. Niektóre parametry jak ilość dostępnej energii słonecznej, woda, podstawowy surowiec pierwotny, z którego buduje się w końcowym wyniku substancja biomasy, odgrywają poważną rolę w regulowaniu przyrostu biomasy. W samej biomasie zaznacza się wzajemne oddziaływanie pomiędzy jej składnikami. Zasadniczą właściwością biomasy jest jej organizacja. Grupy organizmów są w określony sposób ze sobą powiązane i oddziałują nie tylko wzajemnie na siebie, ale również na otaczające środowisko. Powiązania te, to funkcjonalne zgrupowania, określające zarówno właściwości biomasy w całości, jak i zachowanie się poszczególnych wchodzących w jej skład organizmów. Takie funkcjonalne podsystemy biomasy nazywają ekosystemami. W Związku Radzieckim jako odpowiednik terminu ekosystemu — przyjęto pojęcie biogeocoenozy. Nie wszystkie składniki biomasy odznaczają się zdolnością bezpośredniego pobierania energii słonecznej. Istnieją więc organizmy fotoautotroficzne, heterotroficzne i chemoautotroficzne. Pierwsze zdolne są do samodzielnego tworzenia na świetle, z prostych nieorganicznych związków, złożonych substancji organicznych. Fotoautotroficzne organizmy — to rośliny zielone, stanowiące znaczną część biomasy. Drugim składnikiem biomasy są organizmy heterotroficzne. Heterotroficzne organizmy — to zwierzęta, odżywiające się autotroficznymi organizmami, gdyż same nie potrafią bezpośrednio wykorzystywać energii słonecznej, natomiast wydobywają je ze złożonych związków organicznych, syntetyzowanych przez autotroficzne organizmy. Heterotrofy tworzą nowe chemiczne związki, a część produktów rozkładu, powstających w wyniku ich czynności życiowych, staje się pożywieniem dla organizmów autotroficznych. W granicach ekosystemu zamyka się w ten sposób krążenie substancji i energii od Słońca i Ziemi ku autotrofom, od autotrofów do heterotrofów, a od heterotrofów ku Ziemi. Do chemoautotrofów należą wyspecjalizowane bakterie, wytwarzające substancje organiczne z nieorganicznych związków, wykorzystując przy tym energię, wydobywającą się w procesie utleniania. W granicach określonego ekosystemu, jakiegokolwiek pierwiastek, np. azot lub fosfor, może brać udział w ogromnej liczbie różnych procesów syntezy i rozpadu, nim cykl zostanie zamknięty i pierwiastek z powrotem przedostaje się do ziemi. W każdym takim cyklu w łańcuchu pokarmowym biorą udział określone organizmy. Dla każdego ekosystemu charakterystyczne są właściwe dla niego ogniwa łańcucha pokarmowego, przy czym dla każdego ekosystemu są one różne. Każdemu ekosystemowi odpowiada swój własny nieprzerwany strumień energii, a także swoisty typ metabolizmu. Dla określonych celów całą biomasę można rozpatrywać jako pewien ekosystem lub ekosferę. Przy rozpatrywaniu takiego naturalnego ekosystemu, jakim jest np. staw, las czy pustynia, można przeanalizować bilans dopływających oraz rozchodowanych energii i materiałów, ich pochodzenie, jak również wzajemne oddziaływanie na siebie poszczególnych składników ekosystemu. E. P. Odum w swoich pracach [2, 3] ocenił produkcyjność autotroficznego składnika ekosystemu, dostarczającego organicznej substancji heterotroficznym organizmom. E. P. Odum przedstawił niektóre zasadnicze parametry pier-

wotniaków, występujących bądź to na łące, bądź w stawie. Każdy z tych ekosystemów wyróżnia się własnym abiotycznym podłożem, złożonym z różnych związków organicznych i nieorganicznych. W każdym ekosystemie występuje komponent autotroficzny, jak roślinność trawiasta na łące, lub fitoplankton w systemie wodnym. W obu tych ekosystemach występują pierwotni konsumenci, którzy bezpośrednio odżywiają się autotrofami oraz wtórni konsumenci odżywiający się konsumentami pierwotnymi. Masę i aktywność autotroficznego komponenta, jak np. w stawie, można zmierzyć np. sposobem chemicznym określającym zawartość chlorofilu na różnych głębokościach. W analogiczny sposób można ocenić zawartość w próbkach wody, np. zooplanktonu, drobniejszych pływających heterotrofów, odżywiających się fitoplanktonem, jak również większych organizmów odżywiających się w dalszej kolejności zooplanktonem. Można również określić liczebność większych wtórnych konsumentów, np. ryb, raków i innych zwierząt, występujących w tym stawie. W ten sposób można uzyskać dane o ciężarze gatunkowym każdego komponenta rozpatrywanej ekosfery, o ogólnej produktywności biomasy, o udziale energii świetlnej, wykorzystywanej przez każdego komponenta. Życie w stawie można rozpatrywać, jako szereg pokarmowych poziomów, na których można prześledzić i zmierzyć przekształcenie się energii i substancji. Jakościową niejednorodność biomasy, większą liczbę jednostek spośród różnych odmian żywych organizmów, w żadnym wypadku nie można rozpatrywać jako przypadkową lub chaotyczną właściwość, gdyż występuje tu zjawisko naturalne, przy czym jakościowy i ilościowy skład tego lub innego ekosystemu odgrywa wielkie znaczenie w procesie jego funkcjonowania. Heterogeniczność biomasy zaznacza się nie tylko w podziale na zasadnicze grupy, charakteryzujące się sposobem odżywiania się, lecz także same te grupy są heterogeniczne. W trakcie analizy stosunkowego udziału każdego poszczególnego gatunku, można stwierdzić wyraźne prawidłowości. Komponenty biomasy, należące do różnych gatunków, składają się jako reguła, z kilku dominujących gatunków. Tak, na przykład w borze sosnowym oprócz sosny obowiązkowo występują również inne gatunki drzewiaste, chociaż te mogą być reprezentowane przez niewielką liczbę osobników.

Różne ekosystemy charakteryzują się określonym składem gatunków. Rozmaitość gatunkowa każdego ekosystemu odzwierciedla różnorodność biosfery. Jeśli na przykład, na różnych odcinkach ekosystemu warunki oświetlenia są niejednakowe, to w takim ekosystemie występuje kilka różnych fotoautotrofów, przy czym ich pigmenty fotosyntetyzujące różnią się swoją wrażliwością na różną długość fal i na natężenie światła. Pigment, odznaczający się większą efektywnością przy słabszym oświetleniu (np. na znacznej głębokości stawu) funkcjonuje z mniejszą już efektywnością na jego powierzchni, gdzie natężenie światła jest dość wysokie. Różnorodność panująca wewnątrz ekosystemu jest częściowym odbiciem różnorodności warunków środowiska. Właściwości biosfery nie tylko są różne w rozmaitych jej częściach, lecz również są odmienne w każdym odcinku czasu. Biomasa jest więc heterogeniczna nie tylko w przestrzeni, lecz także w czasie. Biomasa zaś wykazuje umiejętność przystosowania się do stale zmieniających się warunków otoczenia zewnętrznego. Im skład biomasy jest różnorodniejszy, tym organizmy mają szersze możliwości opanowania środowiska i tym większa jest odporność na otaczające warunki. Reakcja ekosystemu na zewnętrzne oddziaływanie jaskrawo

przejawia się w przypadku masowego wyniszczenia biomasy w jakimkolwiek odcinku ekosystemu. Tak na przykład w przypadku pożaru lasu występuje stopniowe zasiedlanie takiej powierzchni, kiedy następuje po sobie cały szereg sukcesji. Każdemu takiemu stopniowemu zasiedleniu towarzyszą takie organizmy, które w najlepszy sposób odpowiadają warunkom danego środowiska w określonym czasie. Ogołocone, pozbawione życia, dno lasu pokrywa się po pożarze odpowiednią florą grzybów, mszaków i porostów.

W swoim czasie [1] stwierdziłem, że na każdym pogorzelisku leśnym wkrótce po pożarze rozpoczyna się stopniowa regeneracja przyziemnych warstw roślinności. Skład i charakter szaty roślinnej powstającej po pożarze zmieniają się w zależności od natężenia ognia, od stopnia i rodzaju pożaru, od warunków siedliskowych terenu a także od typu borów. Odbudowa przyziemnych warstw roślin jest inna dla każdego typu lasu. Zaczodzą zmiany sukcesywne, zaznaczające się odpowiednimi składnikami runa leśnego. Szkodliwe skutki pożaru widoczne są w przeciągu 8—12 lat, a niekiedy nawet, chociaż w mniejszym stopniu, w ciągu 25 lat. Pożary leśne wywierają wpływ nie tylko na dany ekosystem lasu i wchodzącej w skład jego roślinności, lecz również na ekosystem gleby i przebywających w niej drobnoustrojów. W przypadku pożaru przyziemnego, kiedy temperatura płomienia dochodzi niekiedy do 700—900° C, w borach suchych ulegają całkowitemu zniszczeniu prawie całe runo, ściółka i próchnica wraz z drobnoustrojami zasiedlającymi górne warstwy gleby. Temperatura tych warstw w czasie pożaru dochodzi do 100—120° C, na głębokości 3—5 cm zwykle nie przewyższa 90—95° C, zaś na głębokości 7 cm sięga do 60—70° C. Wkrótce po pożarze rozpoczyna się odnowienie kołnierza mszystego, obejmujące kilka przejściowych faz ekosystemu, w których skład gatunkowy tej warstwy ulega charakterystycznym zmianom w zależności od warunków siedliska. Obok gatunków pionierskich mchów, na słabiej wypalonych miejscach pogorzeliska, w pierwszym roku zjawiają się również inne mchy, odznaczające się powolnym wzrostem. Różne gatunki mchów i porostów następują po sobie sukcesywnie, w określonej kolejności, odpowiednio do zmieniających się fizycznych i chemicznych warunków runa. W końcowym efekcie poprzedni wygląd dna lasu zostaje odrestaurowany. Gatunki mchów, które zarodnikowały tuż po pożarze, mogą ulec zubożeniu lub całkiem zniknąć. Zmiany zachodzące w składzie biomasy zabezpieczają nieustannosc i efektywnosc systemu jako calosci. Prawidłowa zmiana następujących po pożarze zjawisk potwierdza występowanie systemów regulujących, zabezpieczających ścisłą korelację istniejącą między tymi lub innymi zmianami w samej biomasie, a także między zmianami zachodzącymi w biomasie i w biosferze. Zdolność gatunków do przystosowania się i zmiany swoich właściwości, w wyniku działającego nieprzerwanego, dłuższego procesu, stała się podstawą do powstania różnorodności w przyrodzie. Zdolność ta odegrała i w dalszym ciągu odgrywa ważniejszą rolę we wzajemnym oddziaływaniu między biomasą i biosferą.

Od czasów ery archaicznej mechanizm planety i biosfery w ogólnych zarysach trwa niezmiennie. Życie pozostaje w ogólnych swoich założeniach w ciągu okresów geologicznych niezmiennie, zmienia się tylko jego forma.

W XX wieku człowiek poznał i objął całą biosferę, dokładnie opracował geograficzną mapę planety Ziemi, osiedlając się na całej jej powierzchni. Dzięki osiągnięciom techniki i postępom nauki, dzięki radiu i tele-

wizji można łączyć się w dowolnym punkcie naszej planety z jakimkolwiek innym zakątkiem na tej powierzchni. W geologicznej historii biosfery przed człowiekiem otwiera się niebywała przyszłość pod warunkiem, że nie będzie wykorzystywał swojego rozumu i swojej pracy dla samowyniszczenia.

Oblicze Ziemi — biosfera jest jaskrawo zmieniana przez człowieka w sposób świadomy, ale przede wszystkim w sposób nieświadomy. Pod wpływem człowieka przeobrażają się pod względem fizycznym i chemicznym atmosfera i ląd ziemski oraz wszystkie naturalne zbiorniki wodne. Człowiek stwarza coraz to nowe odmiany i rasy roślin i zwierząt. Ludzkość, jako żywy organizm, jest nierozłącznie powiązana z materialno-energetycznymi procesami zachodzącymi na określonej geologicznej pokrywie Ziemi, w jej biosferze.

W naszym stuleciu biosfera uzyskuje zupełnie inne zrozumienie, jako planetarne zjawisko charakteru kosmicznego. „Noosfera” czyli „sfera rozumu” — jest to współczesne stadium w ewolucji biosfery [7].

W noosferze człowiek osiągnął znaczenie, jakoby wybitnego czynnika geologicznego, przed nim, przed jego myślą i pracą powstaje zadanie przebudowy biosfery w interesach wolnej, myślącej ludzkości, jako jedynej całości [7].

LITERATURA

- [1] Mowszowicz J. — *Roślinność dolnych warstw borów sosnowych na pogorzeliiskach*. Sylwan, rok C, z. 3, 42—50, 1956.
- [2] Odum E. P. — *Fundamentals of ecology*, Saunders (2 nd ed.) Philadelphia, 1961.
- [3] Odum E. P. — *Ecology*, New York—Chicago—San Francisco—Toronto—London, Holt, Rinehart a Winston, 1963.
- [4] Paczowski J. — *O sorno — polewoj rastitelnosti Chiersonskoj Gubernii*, Trudy Biuro po prikladnoj botanikie t. IV, 1911.
- [5] Wernadzki W. I. — *Biosfera*, Leningrad—Moskwa, 1926.
- [6] Wernadzki W. I. — *La biosphère*. Paryż, 1929.
- [7] Wernadzki W. I. — *Nieskolko słow o noosferie*. Uspiechy sowriemiennoj biologii, t. 18, wyp. 2, 1944.

CENTRALNY DOGMAT BIOLOGII MOLEKULARNEJ I ZJAWISKA DZIEDZICZENIA

Mija 20 lat od momentu, kiedy w angielskim czasopiśmie „Nature” J. Watson i F. Crick opublikowali artykuł, w którym przedstawili swą koncepcję budowy kwasu dezoksyrybonukleinowego i schematu procesu jego replikacji.

Nie przesadzę chyba zbyt, jeśli stwierdzę, że te minione 20 lat to w nauce epoka biologii molekularnej, a w biologii molekularnej era F. Cricka. Tego Cricka, którego, według słów Watsona [20] przed 1953 r. nie doceniał L. Bragg (będący dyrektorem Instytutu, w którym pracował Crick), o badaniach którego z nieukrywanym sceptycyzmem wyrażał się E. Chargaff (czołowy wówczas autorytet w dziedzinie badań nad kwasami nukleinowymi), którego idei nie doceniał L. Pauling („pasowany” przez wielu chemików i biologów, na tego, który złamie pieczęć tajemnicy leżącą na problemie struktury kwasów nukleinowych).

Przypomnę kilka faktów. Otóż prócz tego, że F. Crick jest współautorem modelu budowy DNA (1953), przyczynił się on również w olbrzymim stopniu do rozszyfrowania kodu genetycznego [3], jest uważany za twórcę centralnego dogmatu biologii molekularnej [4], on też, wreszcie, włączył zielone światło dla szerokiej dyskusji nad prawomocnością sformułowań tego dogmatu w świetle najnowszych danych biologii molekularnej [5, 6].

Hipoteza Cricka posiadała i posiada olbrzymie znaczenie dla zrozumienia ogólnobiologicznych problemów związanych z ewolucją i genetyką organizmów żywych.

Czy jednak można obecnie uważać, że poszczególne tezy sformułowanego przed 15 laty przez Cricka „dogmatu” zachowały swą moc po dzień dzisiejszy?

Jak przedstawiała się sytuacja w genetyce biochemicznej w latach pięćdziesiątych? Otóż poczynając od prac Morgana genetycy zaczęli wiązać zjawisko przenoszenia cech dziedzicznych z materialnym substratem — chromosomami. Wiadomo już było w tym okresie, że w skład chromosomów oprócz białka wchodzi również kwas nukleinowy. Początkowo [10] sądzono, iż materialną podstawę genów stanowi białko. Jednak w 1944 r. Avery i współpr. wykazali, że substancja, która w doświadczeniach Griffitha powodowała transformację bakterii to kwas dezoksyrybonukleinowy. W roku 1952 Hershey i Chase odkryli, że podczas zarażania bakterii fagiem do komórki przenika tylko nić DNA, otoczka białkowa pozostaje natomiast na powierzchni komórki. Rozszyfrowanie przez Watsona i Cricka budowy fizykochemicznej DNA i znaczenia genetycznego tego składnika komórkowego zapoczątkowało burzliwy rozwój badań nad kwasami nukleinowymi i procesami biosyntezy białka. Dzięki temu w końcu lat pięćdziesiątych znane już były ogólne zasady przekazywania informacji

genetycznej; wiadomo było, że informacja, zaszyfrowana w pierwszorzędowej strukturze kwasu dezoksyrybonukleinowego w postaci tzw. kodu genetycznego, przekazywana jest poprzez kwas rybonukleinowy na białko. Struktura białka determinowana jest przez sekwencję nukleotydów w „sejfie komórkowym”. Potok informacji przekazywany jest przez następujące ogniwa: DNA→RNA→białko (strzałki określają kierunek przepływu informacji).

W roku 1958 Crick opublikował artykuł, w którym przedstawił pogląd znany do dnia dzisiejszego pod nazwą centralnego dogmatu biologii molekularnej. Zgodnie z tą hipotezą Cricka, informacja genetyczna, która pod postacią kodu genetycznego zapisana jest w cząsteczkach DNA w jądrze komórkowym, przekazywana jest tylko w jednym kierunku, DNA—DNA (replikacja), DNA—RNA (transkrypcja), RNA—białko (translacja). W związku z istnieniem wirusów, których materiałem genetycznym jest RNA, Crick dopuszczał również możliwość przekazywania informacji od RNA do RNA. Natomiast jest rzeczą praktycznie niemożliwą, zdaniem Cricka, ze względu na właściwości stereochemiczne białek i kwasów nukleinowych, aby mógł zachodzić przepływ informacji w kierunku białko→→białko, jak również białko→RNA oraz białko→DNA. W związku z tym Crick sformułował następującą zasadę [4]: „Informacja (o kolejności strukturalnej), po przejściu do białka, nie może już z niego wyjść”.

Zakładając w 1958 r., że informacja przekazywana jest od DNA poprzez RNA do białka (w tym okresie było to już doświadczalnie stwierdzone), Crick całkowicie odrzucił możliwość występowania białek w charakterze źródła informacji genetycznej, natomiast problem przekazywania informacji od RNA do DNA i od DNA bezpośrednio na białka z ostrożności — jak sam przyznaje [5] — przemilczał.

Sformułowana przez Cricka zasada miała więc, jak widzimy i jak to obecnie mocno podkreśla sam jej autor, charakter stwierdzenia negatywnego: przekazywanie informacji od białka nie zachodzi.

W piśmiennictwie biologicznym utrwaliła się wersja pozytywna tej hipotezy, niebýt dokładnie oddająca myśl Cricka, a mianowicie stwierdzająca, że informacja zakodowana w sekwencji nukleotydów w DNA przekazywana jest w jednym kierunku. Praktycznie było to interpretowane jako stwierdzenie niemożliwości istnienia sprzężeń zwrotnych w potokach informacji genetycznej.

W takiej postaci hipoteza Cricka była szeroko rozpowszechniona i uznawana przez większość biologów.

Prace niektórych autorów [7, 16] wskazywały jednak na to, że w określonych warunkach DNA może być syntetyzowany na RNA.

Szczególną konsekwencję w udowodnieniu, że przenoszenie informacji genetycznej może mieć bardziej skomplikowany charakter niż to sugerował Crick, wykazał Temin ze współpr. [17, 18, 19].

Występowanie — w postaci profagów — wirusów rakotwórczych w komórkach zwierząt i człowieka świadczyć powinno, zdaniem Temina i in., o tym, że jednym z etapów przekształcania się komórki zdrowej w komórkę rakową jest synteza DNA na RNA wirusa.

Niedawno Temin i Mizutoni [19] a także Baltimore [1] stwierdzili, że w wirusach rakotwórczych posiadających w charakterze materiału genetycznego RNA występuje enzym odpowiedzialny za syntezę cząsteczek DNA z wykorzystaniem RNA jako matrycy, czyli przeprowadzający transkrypcję w odwrotnym, niż dotąd zakładano, kierunku. Odkrycie to ważne

jest zarówno z punktu widzenia badań nad procesami rakotwórczymi jak i dla zrozumienia wielu aspektów zjawiska dziedziczenia.

W wielu doświadczeniach przeprowadzonych *in vitro* [9, 12—14], zarówno w układach bakteryjnych jak i w układach bezkomórkowych z eukariotów, otrzymano dane świadczące o możliwości bezpośredniej translacji z DNA [11]. Należy jednak podkreślić, że były to obserwacje przeprowadzone nad reakcjami przebiegającymi w warunkach nienaturalnych i nie można ich interpretować jako dowodu możliwości występowania zjawiska bezpośredniej translacji z DNA *in vivo*. Zgodnie jednak z hipotezą Naory informacja genetyczna zawarta w chromosomach może być odczytywana jednocześnie z obu nici DNA: podczas gdy jedna nić ulega transkrypcji, druga nić służy jako bezpośrednia matryca dla syntezy białka. Mechanizm syntezy białka proponowany przez Naorę nie został definitywnie udowodniony, jest jednak teoretycznie możliwy.

Coraz bardziej jasny staje się fakt, że hipoteza Cricka, przynajmniej w takiej postaci, w jakiej znana była szerokiemu ogółowi biologów, nie brała pod uwagę zjawisk integracji, mających miejsce w żywej komórce.

W związku z możliwościami występowania przepływu informacji, ukie-
runkowanego od cząsteczek biorących udział w metabolizmie komórkowym do DNA, oczywisty staje się fakt, że nie można mówić o dziedziczności biorąc pod uwagę tylko DNA. Owszem, DNA pełni rolę materialnego nośnika informacji genetycznej, jednak ze zjawiskiem dziedziczenia związany jest cały skomplikowany proces przekazywania określonych schematów budowy i przemiany materii. Należy mówić nie o jednostronnej zależności procesu syntezy białka od informacji zapisanej w DNA, lecz o współdziałaniu cząsteczek białka z kwasami nukleinowymi w tworzeniu określonego genotypu rodzaju, gatunku, indywiduum wreszcie. Pamiętać należy, iż wszystkie zjawiska związane z procesem dziedziczenia, w tym również replikacja, transkrypcja i translacja związane są z działalnością białek — enzymów.

Jeśli założymy, co wydaje się obecnie oczywiste, że w potoku informacji genetycznej ważną rolę odgrywają sprzężenia zwrotne, wówczas stanie się jasne, że zmiany materiału genetycznego nosić powinny, jeśli nie zawsze, to przynajmniej bardzo często, charakter uporządkowany, adekwatny do zmian środowiska. Sytuacja w genetyce molekularnej komplikuje się więc niezmiernie, ponieważ trudno już mówić o autonomicznej roli kwasu dezoksyrybonukleinowego. Zmusza to biologów do bardziej integralnego rozpatrywania wszystkich zjawisk związanych z funkcjonowaniem i samoreprodukcją organizmów żywych. W biologii rozpoczyna się — według wyrażenia Engelgartha [8] — „epoka integratyizmu”. Równocześnie wiele dawnych poglądów i teorii ulega przy tym krytycznemu rozpatrzeniu. Sytuację we współczesnej biologii, a w szczególności biochemii, świetnie scharakteryzował na VIII Międzynarodowym Kongresie Biochemii w 1970 r. E. Chargaff (cytuje według J. Buchowicza [2]: „we współczesnej biochemii obowiązywać może jeszcze jeden tylko dogmat — nie tworzyć żadnych dogmatów”.

LITERATURA

- [1] Baltimore D. — *Viral RNA-dependent DNA-Polymerase*. Nature, 226, 5252, 1209—1211, 1970.
- [2] Buchowicz J. — *VIII Międzynarodowy Kongres Biochemii*. Montreux 3—9 września 1970 r. Postępy biochemii, 17, 527—529, 1971.

- [3] Crick F. H. C. — *The structure of DNA in: The chemical basis of heredity.* Hopkins press. Baltimore, 1957.
- [4] Crick F. H. C. — In: *The Biological Replication of Macromolecules.* Cambridge Univ. Press. 138—163, 1958.
- [5] Crick F. H. C. — *Central Dogma of Molecular Biology.* Nature, 227, 5258, 561—563, 1970.
- [6] Crick F. H. C. — *General Model for the Chromosomes of Higher Organisms.* Nature, 234, 5323, 25—27, 1971.
- [7] Doudney C. O., Haas F. L. — *Mutation induction and macromolecular synthesis in bacteria.* Proc. Natl. Acad. Sci., 45 (5), 709—722, 1959.
- [8] Engelgardt W. — „Integratizm — put' ot prostogo k složnomu w poznanii jawlenij žizni. Izwiestia Akademii Nauk SSSR, seria biologiczeskaja 6, 799—823, 1970.
- [9] Holland J. J., Mc Carthy B. J. — *Stimulation of protein synthesis in vitro by denatured DNA.* Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 52, 6, 1554—1561, 1964.
- [10] Kolcov N. K. — *Fizykochemiczskie osnovy morfologii.* Gosizdat Moskwa—Leningrad, 1929.
- [11] Lenartowicz E., Klita S. — *Bezpośrednia translacja DNA w układach bezkomórkowych.* Postępy biochemii, 17, 497—513, 1971.
- [12] Mc Carthy B. J., Holland J. J. — *Cultured mammalian cell deoxyribonucleic acid as a template for in vitro protein synthesis.* Biochemistry 5 (5), 1633—1637, 1966.
- [13] Naora H. — *Deoxyribonucleic acid — dependent protein synthesis in nuclear ribosome system in vitro.* Biochim., Biophys. Acta, 123, 1, 151—162, 1966.
- [14] Naora H. — *A Plausible Mechanism of Simultaneous Read — ot of Genetic Information from both Strands of DNA.* J. Theoret. Biol., 19, 2, 183—195, 1968.
- [15] Naora H., Naora H. — *Interaction of DNA with cytoplasmic particles. I. Formation of a cytoplasmic particle — DNA complex.* Biochim., Biophys. Acta, 134, 2, 277—287, 1967.
- [16] Stent G. S. — *Decay of incorporated radioactive phosphorus during reproduction of bacteriophage T2.* Jour. Gen. Physiol., 38 (6) 853—865, 1955.
- [17] Temin H. M., — *Futher evidence for a converted, non-virus-producing state of Rous Sarcoma virus-infected, cells.* Virology 20(2), 235—245, 1963.
- [18] Temin H. M. — *The participation of DNA in Rous Sarcoma Virus production.* Virology, 23(4), 486—494, 1964.
- [19] Temin H. M., Mizutani S. — *RNA-dependent DNA Polymerase in Virions of Rous Sarcoma Virus.* Nature, 226, 5252, 1211—1213, 1970.
- [20] Watson J. D. — *The double helix.* London, 1964.
- [21] Watson J. D., Crick F. H. C. — *A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid,* Nature, 171, 4356, 737—738, 1953.

EWOLUCYJNY CHARAKTER BIOLUMINESCENCJI

Zjawisko świecących organizmów od bardzo dawna uchodziło za ciekawy fenomen, świadczący o wielkiej różnorodności świata żywego. Długo jednak nie zdołano dostrzec, by pełniło ono jakąś wyraźnie określoną, a tym bardziej poważną rolę w życiu tych organizmów.

W miarę przybywania nowych faktów usiłowano tłumaczyć „użyteczność” świecenia jako wyraz adaptacji organizmu do środowiska. Uznano więc, że emisja światła, zwłaszcza u organizmów morskich [52] pełni po prostu funkcję sygnałów bądź ostrzegawczych, bądź obronnych lub odstraszających wroga, a także być może pomocna w zdobywaniu pokarmu, przede wszystkim jednak służyć może przy odnajdywaniu się osobników płci odmiennej tego samego gatunku.

Tego rodzaju makroskopowe funkcje emisji światła dla wielu organizmów są określone trafnie, ale należy uznać je mimo to tylko za wtórne przystosowanie. Bioluminescencja musiała pierwotnie pełnić inną rolę. Takie stanowisko wydaje się być obecnie bardziej prawdopodobne, gdy wiemy już, że zjawisko to jest powszechne i nieodłącznie związane z wieloma przejawami życia, a zwłaszcza z procesami metabolizmu rozumianego najszerzej.

O luminescencji w świecie ożywionym można by mówić w aspekcie ewolucyjnym tylko wtedy, gdyby zjawisko to zaznaczyło się jakąkolwiek prawidłowością rozwojową, dostrzegalną filogenetycznie. W tym celu warto prześledzić nawet pobieżnie różne gatunki czy większe grupy taksonomiczne w przekroju systematyki świata roślin i zwierząt, które mają przedstawicieli odznaczających się makrobioluminescencją w zakresie widzialnym. Gdyby dało się dostrzec rozwojowe prawidłowości tego zjawiska, byłoby to najmocniejszy dowód na to, że bioluminescencja nie jest tylko czymś ubocznym i przypadkowym, ale może właśnie stanowi jedną z konstytutywnych właściwości życia.

1. FILOGENETYCZNE ZESTAWIENIE FAKTÓW

Do najprostrzych morfologicznie organizmów należą bakterie. Żyją one zarówno w wodzie słonej, jak i słodkiej, w atmosferze i w glebie. N. Harvey [23] wymienia bakteryjne formy świecące wśród pasożytów niepatogennych i patogennych — powodujących stany chorobowe u zwierząt wód słodkich i słonych, wśród saprofitów rozwijających się na mięsie ryb i zwierząt ciepłokrwistych, oraz wśród symbiontów — żyjących w organizmach świecących ryb, kałamarnic i mięczaków.

Przez długi czas nie zdołano wyekstrahować substancji odpowiedzialnej za świecenie bakterii. Udało się to dopiero B. Strehlerowi i jego

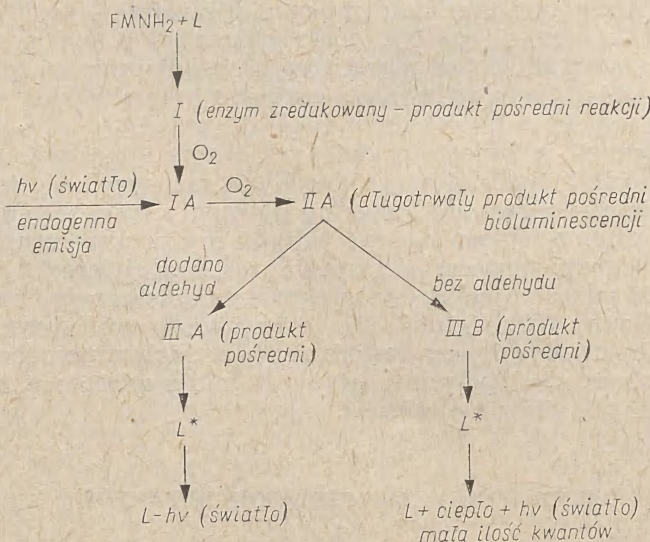
współpracownikom w 1953 r. [38, 53] z tym, że nie ustalono jeszcze wtedy dokładnie struktury chemicznej lucyferyny. Lucyferazę bakteryjną przebadal szereg lat później J. Hastings i stwierdził, że jej ciężar cząsteczkowy wynosi 60 000 i posiada ona osiem grup sulfhydrołowych [25].

Obecnie wiemy, że reakcje prowadzące do luminescencji bakterii są dość różnorodne i skomplikowane mimo pozornie prostej ich budowy morfologicznej. Reakcje te stanowią pewne odgałęzienie łańcucha oddechowego, a więc emisja fotonowa byłaby tu wynikiem utleniania biologicznego.

Bakterie w hodowli mogą emitować światło przez kilka do kilkunastu dni, a w specjalnych warunkach nawet przez rok [39].

Krzywa emisji światła u bakterii leży w granicach długości fali 465—495 nm. Maksimum długości fali emitowanego przez bakterie światła wynosi około 490 nm. Różnice gatunkowe zależą między innymi od rodzaju błony komórkowej, przez którą przechodzi światło, a w obrębie jednego szczepu — od składu mineralnego pożywki [39]. Intensywność świecenia bakterii zwiększa się do 45 razy po dodaniu do pożywki takich aktywatorów, jak aldehydy, które są dobrymi reduktorami. Spośród nich najaktywniejszymi są aldehydy o liczbie węgla w cząsteczce C_{12} , C_{13} , C_{14} [11].

Schemat prawdopodobnej reakcji luminescencyjnej u bakterii, przebiegającej przy udziale tlenu i aldehydu podaje rys. 1.



Rys. 1. Schemat hipotetycznych reakcji luminescencji bakteryjnej przy udziale tlenu i aldehydu [25] za [40]

Produkt pośredni IA posiada czas trwania 1 sek., produkt pośredni IIA powstaje w wyniku połączenia IA z tlenem i trwa ok. 5 sek. L — lucyferaza, L* — pobudzona lucyferaza, FMNH₂ — zredukowany mononukleotyd flawinowy

Grzyby — grupa cudzożywnych roślin, żyją w bardzo różnych środowiskach jako roztocze, symbionty lub pasożyty. Formy świecące głównie spotyka się u grzybów wyższych: u workowców (*Ascomycetes*) i podstawczaków (*Basidiomycetes*).

Szczególnie znane i dobrze przebadane są takie gatunki, jak *Armillaria mellea*, *Panus stipticus*, *Mycena polygramma*. U takich gatunków zaobserwowano dzienną periodyczność luminescencji [5], u większości jednak grzybów świecących, podobnie jak u bakterii, emisja ma charakter ciągły. Widmo emisji waha się od 470—680 nm z maksimum w granicach 520—528 nm [23]. Świecą poszczególne komórki, co odkryto dopiero w 1959 roku [3]. Znane są mutanty nieświejące, np. u *Panus stipticus* żyjących w Europie, podczas gdy ten sam gatunek zasiedlony w Ameryce Północnej emituje światło. Przyczynę tego faktu upatruje się w braku lub obecności określonego enzymu, jako akceptora elektronu [2].

W porównaniu do bakterii luminescencyjnych grzyby świecą mniej intensywnie. Wymagana energia pobudzenia wynosi dla nich w przybliżeniu 55 kcal/mol kwantów, gdy u bakterii wynosi ponad 60. Maksimum emisji jest przesunięta w kierunku fal dłuższych o około 50 nm w stosunku do maksimum emisji u bakterii. Nadto grzyby nie wykazują podatności na stymulujące działanie długich łańcuchów aldehydów ani FMN (ryboflawino-5'-fosforan) [1].

Pierwotniaki (*Protozoa*) — liczna grupa jednokomórkowców, żyjących przeważnie w morzu. Świecą przedstawiciele dwóch typów: wiciowce (*Mastigota*) i sarkodowce (*Sarcodina*). Spośród tych ostatnich świecące gatunki ma podtyp promienice (*Radialaria*), do pierwszego zaś typu należą licznie prezentowane morskie wiciowce (*Flagellata*). Do najlepiej poznanych należą gatunki: *Noctiluca miliaris* i *Gonyaulax polyedra*. One to dają wrażenie „palenia się morza”, iskrząc się (znane scyntylacje *Gonyaulax*) [26] szczególnie pod wpływem podrażnienia mechanicznego.

Wiciowce świecą tylko w określonych porach roku i zachowują rytmikę dobową: emitują światło tylko w nocy. Trzymane w zupełnej ciemności przez całą dobę zaczynają świecić o północy i „gasną” około 4 nad ranem [23].

Układem świecącym jest lucyferyna-lucyferaza, skupiona w małych (0,5—1,5 mikrona średnicy) granach — organellach. Są to tak zwane „mikroźródła” emisji fotonów u nocoswietlika *Noctiluca miliaris* [13] lub „iskry” (scyntylatory) u *Gonyaulax* [26].

Widmo emisji u wiciowców wynosi 450—530 nm, z maksimum u *Gonyaulax* — 470 nm [26].

Wielokomórkowce (*Metazoa*). Gąbki (*Spongiae*) — organizmy wielokomórkowe o bardzo prostej budowie. Nie mają jeszcze zróżnicowanych tkanek ani narządów. Brak układu nerwowego, który by koordynował funkcje i reakcje całego ciała. Opisano ponad trzy tysiące gatunków [23]. Żyją przeważnie w morzu, prowadząc osiadły i często kolonijny tryb życia. Formy świejące, ale nieliczne, spotyka się u gąbek wapiennych. Mimo czynionych prób nie udało się dotąd wyizolować z tych organizmów specyficznego enzymu — lucyferazy, ani białkowego fotosubstratu — lucyferyny [60].

Następna grupa organizmów jamaochłony (*Coelenterata*) — posiada bardzo dużo przedstawicieli emitujących światło. Jamaochłony należą do organizmów prostych. Ich ciało zbudowane jest z dwu warstw komórek: ekto- i endodermy. Występują w dwu postaciach: osiadłego polipa lub pływającej meduzy (osobnik płciowy). Meduzy posiadają już specjalne organy świejące, zwane fotoforami.

Podtyp parzydełkowce (*Cnidaria*), gromada stułbioplawy (*Hydrozoa*) — ich meduzy mają już zaczątek układu nerwowego w postaci dwóch

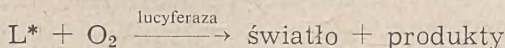
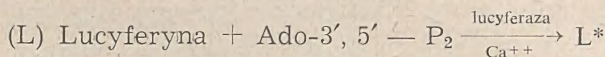
okalających pierścieni. Spośród narządów interesujące są oczy, umieszczone na obwodzie dzwonu, otoczone komórkami światłoczułymi.

Wzdłuż całej fałdy są też rozmieszczone wyraźnie oddzielone świecące krążki, komórki zawierające grudki fotobiałka ekwaryny u meduzy *Aequorea aequorea*. Fotofory te emitują światło na skutek pobudzenia mechanicznego lub elektrycznego. Obecność tlenu nie jest konieczna, świecenie zaś jest tym silniejsze, im więcej znajduje się w ustroju cząsteczek aktywatora CaCl_2 .

W gromadzie krążkopławów (*Scyphozoa*) charakterystyczne jest *Pelagia noctiluca*, posiadająca w nabłonku specjalne bańkowate komórki wypełnione śluzem, który wydzielany na zewnątrz — świeci. Jest to zatem luminescencja na „eksport”, typu pozakomórkowego [23].

Ostatnia gromada morskich parzydełkowców występujących w postaci polipów to koralowce (*Anthozoa*). Mają one szczególnie dużo form świecących. Prowadzą tryb osiadły i kolonijny. Podrażnienie kolonii w jednym miejscu powoduje przejście „fali światła” przez całą kolonię, jakby jeden polip przekazywał ogień drugiemu. Jeżeli kolonię podrażni się w środku, to dwa strumienie światła rozchodzą się w górę i w dół. Szybkość rozchodzenia się świecenia wynosi około 5 cm/sek. [23].

Z koralii ośmiopromiennych poznany jest dość dobrze m.in. gatunek *Renilla reniformis*. Emisja światła odbywa się tu pod kontrolą systemu nerwowego [10]. Sam proces luminescencji przebiega w dwu etapach: etap anaerobowy i tlenowy. Aktywatorami są: adenozyna-3', 5'-dwufosforan (Ade-3' , 5-P_2) i jony wapnia Ca^{++} . Wapń może być zastąpiony jonami magnezu, ale z gorszym skutkiem dla intensywności emisji [9]. Maksimum emisji światła wynosi 485 nm. Schemat ilustrujący dwuetapowy przebieg procesu luminescencji [10]:



Godny uwagi jest fakt, że wyizolowana lucyferyna tego koralowca pochłania promieniowanie ultrafioletowe i sama fluoryzuje. Przy tym długość fali UF zależy od pH. I tak: przy pH = 1 maksimum absorpcji wynosi 288 nm, a emisji — 355 nm, przy pH = 13 maksimum absorpcji — 290 nm, emisji — 362 nm. Podobną własnością odznacza się lucyferaza, która przy pH = 7 ma maksimum absorpcji 279 nm [10].

Zebroplawy (*Ctenophora*) stanowią drugi podtyp wśród jamochłonów. Są to morskie organizmy swobodnie pływające lub pełzające po dnie. Zanika u nich symetria promienista na rzecz wykształcającej się symetrii dwubocznej. Nie mają jeszcze twardego szkieletu, ale o wyższym ich stopniu rozwoju świadczy pojawienie się u nich po raz pierwszy trzeciej warstwy ciała — mezodermy. Przy tym charakterystyczne jest, że prawie wszystkie gatunki są świecące. U *Beroë albens* dość intensywnie świecą jaja i rozwijające się zarodki. U form dorosłych specjalne komórki luminescencyjne są gęsto rozmieszczone w ośmiu kanałach rozchodzących się wzdłuż ciała. Między kanałami istnieje cała sieć połączeń również emitująca światło. Najsilniejsza luminescencja występuje w okolicy organów rozrodczych. Udział tlenu jest nieodzowny do zajścia reakcji luminescencyjnej, jednak całością procesu i jego rytmiką kieruje wyraźnie system nerwowy [23].

Żebroplawy świecą nocą, w świetle zaś dziennym tracą zdolność do luminescencji. Przeniesione do ciemności po 30 minutach odzyskują tę zdolność ponownie.

Następne trzy typy zwierząt: płazińce (*Platyhelminthes*), obleńce (*Aschelminthes*) i wstężniaki (*Nemertini*), mają stosunkowo niewielu przedstawicieli świecących. Przykładowo podamy — z pierwszego typu, z gromady przywr (*Tremadota*) — motylicę wątrobową (*Fasciola hepatica*). Jest to pasożyt występujący w postaci dorosłej przeważnie w wątrobie bydła i owiec. Źródła luminescencyjne są zlokalizowane głównie w organach rozrodczych. W Pracowni Biochemii i Biofizyki Zakładu Parazytologii PAN wykonano [20] przy zastosowaniu kwarcowych filtrów autofotogramy całych osobników motylicy i ekskrecję jaj wydzielanych poza organizm.

Emisja światła odznacza się dużą intensywnością. Zważywszy fakt, że u niżej zorganizowanych pasożytów nie stwierdzono luminescencji tak wyraźnej, występowanie jej u robaków należałoby tłumaczyć obecnością u nich bardziej zaawansowanych przemian energetycznych i być może, „wykorzystaniem” przez te organizmy stymulującej funkcji światła w procesie rozwoju generatywnego i embrionalnego.

Pierścienice (*Annelida*) — duży typ, liczący ponad osiem tysięcy gatunków [14]. Formy świecące dość liczne występują w gromadach: wieloszczety (*Polychaeta*), żyjące przeważnie w morzu i skąposzczety (*Oligochaeta*) — w wodach słodkich i glebie. Organy świecące występują w postaci brodawek pokrytych kutikulą, zlokalizowane najczęściej w okolicy oczu lub na końcu szczecinek. U podstawy brodawek są rozmieszczone bardzo liczne komórki gruczołowe, pokryte ruchomą błoną mocno unerwioną. Pod wpływem impulsu nerwowego komórki wydzielają świecący śluz, który kanalikami i porami wypływa na zewnątrz.

Lucyferyna i lucyferaza są specyficzne, przy próbach bowiem z innymi gatunkami nie wykazują żadnej aktywności i nie prowadzą do reakcji świecenia [23].

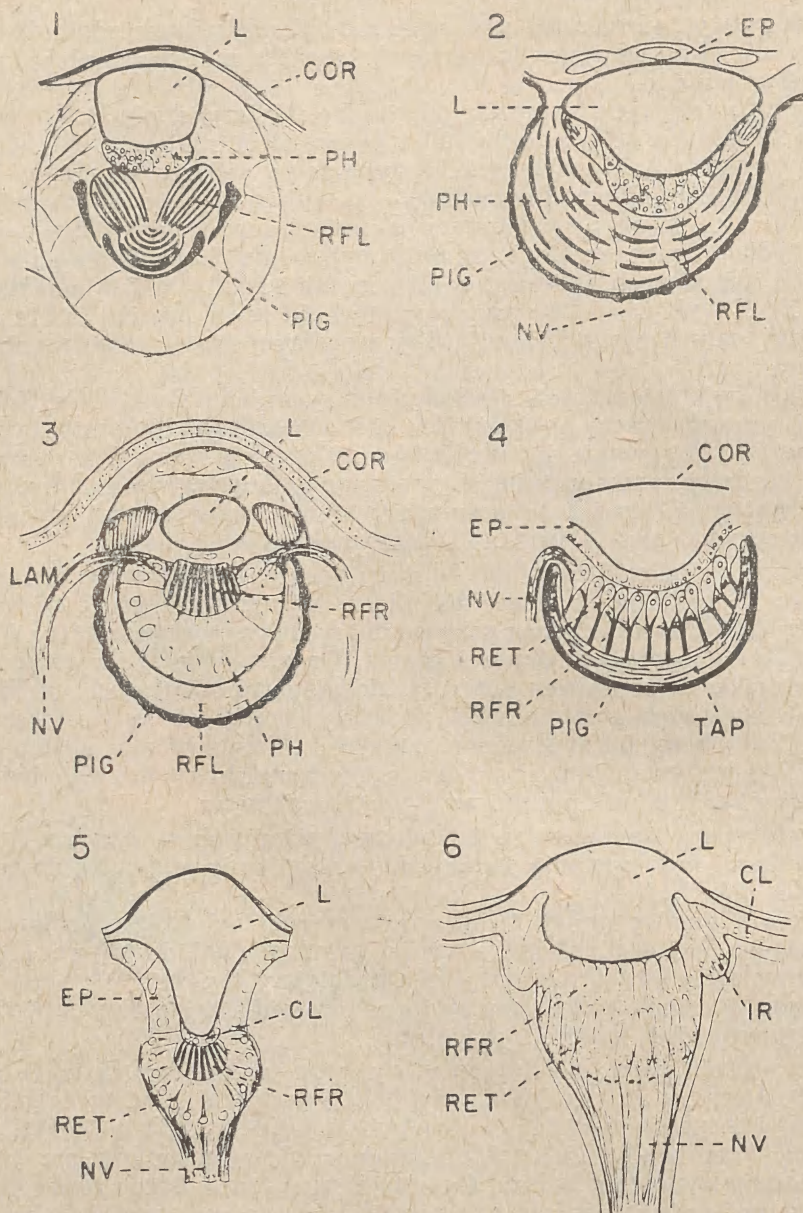
Zakres widmowy emisji światła dość szeroki: od barwy pomarańczowo-żółtej po zielono-niebieską, a więc w granicach 650 do 480 nm [29, 49].

Stawonogi (*Arthropoda*) — najliczniejszy typ świata zwierzęcego, prezentuje ogromną różnorodność form i zasiedla wszystkie środowiska ekologiczne: wodne, lądowe i powietrzne.

Do wyróżniających się liczebnością i bogactwem form, a także świeceniem, należą m. in. takie gromady, jak: skorupiaki (*Crustacea*), liczące ponad 20 tys. gatunków, pajęczaki (*Arachnoidea*) z przeszło 30 tysiącami gatunków oraz owady (*Insecta*), obejmujące więcej gatunków niż wszystkie pozostałe zwierzęta razem. Cała ta liczna grupa organizmów wykazuje postępujące ewolucyjnie zróżnicowanie narządów zmysłowych, m. in. oczu i fotoforów. Równoległe do tego rozwoju obserwujemy różnicowanie się zwojów nerwowych, zwłaszcza nad- i podgardzielowych, kontrolujących bardziej skomplikowane w swej budowie narządy.

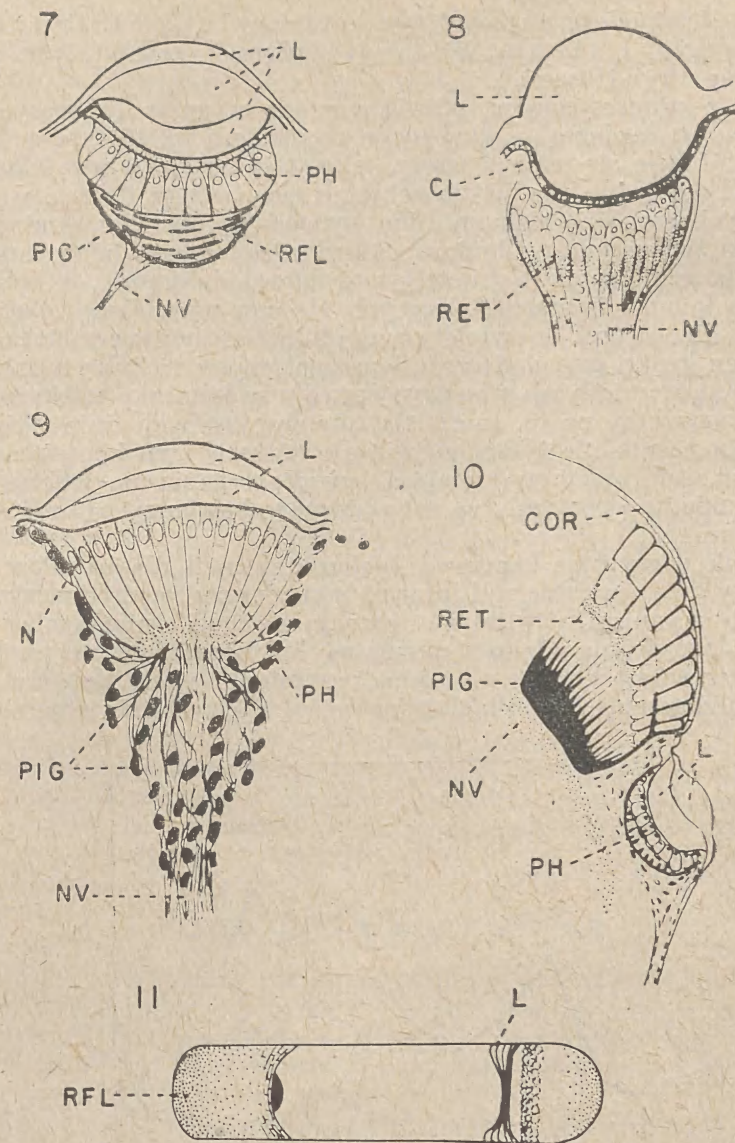
Organy świecące przybierają różne kształty, są zaopatrzone w specjalne urządzenia optyczne, jak soczewki, reflektory, nieprzeźroczyste i wielobarwne ekrany. Organy te bywają rozmieszczone w różnych częściach ciała (rys. 2). Wiele gatunków specjalizuje się w symbiozie ze świecącymi bakteriami lub pierwotniakami.

Te same prawidłowości postępu morfofizjologicznego widać u mięczaków (*Mollusca*) — mających ponad 100 tys. gatunków [9], u szkar-



Rys. 2. Anatomia organów świecących u różnych zwierząt [8]

1 — fotofor z płaszcza kałamarnicy *Abraliopsis*, 2 — fotofor naskórkowy kałamarnicy, 3 — fotofor piersiowy krewetek, 4 — diagram przedstawiający ocellus u zaleszczotek lub boczny ocellus u spawęczaków, 5 — jeden z elementów stemmopodopodobnych u *Xenos* (Strepsiptera), 6 — ocellus u larwy osy (*Cimber*), 7 — typ oka czułkowego i fotofor z komory skrzelowej u dziesięcionogiej krewetki *Sergestes*, 8 — boczny ocellus u motyla *Zygaena*, 9 — ocellus na części odnóży krewetki *Acanthephyra*, 10 — przekrój czułka u tej samej krewetki, 11 — pojedynczy fotogeniczny element fotoforu z odnóży dziesięcionogiej krewetki *Systellaspis affinis*



Wszystkie ryciny przedstawiają przekroje podłużne i są uproszczone w stosunku do oryginałów.

Rzeczywisty przekrój organów wynosi do kilku milimetrów

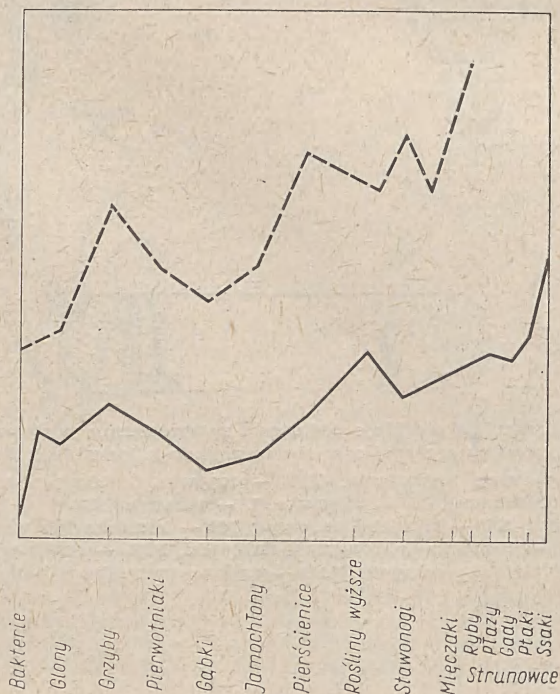
Legenda: CL — warstwa rogówkowa, COR — rogówka (kutikula u stawonogów), EP — naskórek (warstwa nabłonkowa), IR — tęczówka, L — soczewka, LAM — blaszkowy pierścień (przesłonka), N — jądro, NV — komórka nerwowa, PH — komórka lub warstwa fotogeniczna, FIG — barwnik, RET — Komórka lub warstwa siatkówki, RFL — reflektor, RFR — refraktor (rodzaj pręcików ocznych), TAP — warstwa barwnika w siatkówce

łupni (*Echinodermata*) — 5 tys. gatunków, u półstrunowców (*Hemichordata*) i strunowców (*Chordata*), a wśród tych ostatnich szczególnie u ryb (*Pisces*).

Wraz z progresywnym zróżnicowaniem organów świecących (tylko u *Lycoteuthis diadema* — głowonoga wyróżniono aż 10 typów fotoforów [23]) specyfikują się też i gruczoły, jako swego rodzaju paralelne organy [4], z których jedne produkują sekrecje, prowadzące do reakcji luminescencyjnych poza organizmem, inne wydzielają substancje endogennie co daje efekt świecących nabłonków [23]. Bardzo wiele owadów, mięczaków, ryb i kałamarnic zamiast gruczołów: wykształciło organy, w których hodują całe kolonie bakterii świecących. Są one wydzielone ze śluzem na zewnątrz, albo są źródłem wielobarwnej luminescencji wewnętrznej [4, 51].

Już ten krótki przegląd coraz lepszego „życia się” organizmów z luminescencją w miarę ich własnego rozwoju w kierunku większej organizacji wskazywałby na to, że emisja fotonów jest widocznie wykorzystywana jako nośnik nie tylko energii, ale może w tym kontekście przede wszystkim, informacji, wzrastająca bowiem organizacja własna wymienionych układów pociągała za sobą „zapotrzebowanie” na coraz większą ilość informacji.

Ale tak odczytując znaczenie bioluminescencji dla układów żywych należałoby znaczną część roli informacyjnej przypisać środowisku, ponieważ każdy organizm rozwijał się i rozwija w ściślejszej z nim relacji. To wzajemne oddziaływanie winno stanowić węzłowy punkt w interpretacji zjawiska świecenia. Właśnie w takim rozumieniu wielu autorów podjęło pytanie o znaczenie i rolę bioluminescencji dla życia. Patrząc retrospek-



Rys. 3. Filogenetyczny rozkład makrobioluminescencji - - - i ultrasłabego świecenia —

tywnie na dokonany przegląd świecących organizmów na tle tak dużego przedziału filogenezy, nie trudno dostrzec rysującą się prawidłowość ewolucyjną, co ilustruje poglądowy schemat (rys. 3).

Ciąg rozwojowy układu się od niezlokalizowanego świecenia całą komórką, poprzez różne formy specjalizacji w postaci wytworzonych skomplikowanych ogranów świecących, regulację emisji fotonów systemem nerwowym, aż do wyszukanych form symbiozy międzygatunkowej i bardzo intensywnego niekiedy świecenia u krewetek, kałamarnic i ryb. To powszechne występowanie bioluminescencji i mocne jej „zakorzenienie” w świecie żywym zdaje się wskazywać na to, że stanowi ona ważny poznawczo relikwyt przeszłości, który może dużo powiedzieć nie tylko o warunkach środowiska, w jakim życie powstało i przez jakie przeszło w swej najdawniejszej fazie rozwojowej, ale także o charakterze struktur materialnych samego życia i specyficzności jego procesów, zwłaszcza od strony energetyczno-informatywnej.

Zagadkowy wydaje się fakt, dlaczego makrobioluminescencja występująca jeszcze bardzo intensywnie u ryb jest już całkowicie wygaszona u płazów i dlatego począwszy mniej więcej od pierścienic i wyższych roślin zaczyna narastać intensywność ultrasłabego świecenia [35]. Do tej pory — o ile wiadomo — nie usiłowano wyjaśnić tych zbieżności. Być może coraz bardziej rozbudowujący się u zwierząt lądowych hormonalny system koordynacji [47] i coraz bogatszy centralny układ nerwowy u kręgowców przejęły w znacznej mierze funkcję gromadzenia i dystrybucji informacji wewnętrznej. Ubogacenie ustroju żywego o dwa coraz pojemniejsze — w toku ewolucji — kanały przepływu informacji musiało prawdopodobnie łączyć się z uintensywnieniem wewnętrznego ultrasłabego świecenia. Celem potwierdzenia tych sugestii należałoby przeprowadzić bardziej szczegółowe analizy, lecz to przekracza ramy niniejszej pracy.

Warto natomiast zagadnienie bioluminescencji rozpatrzeć na tle rozwoju ontogenetycznego.

2. PRAWIDŁOWOŚCI ONTOGENETYCZNE

Istnieje łączność między rozwojem osobniczym a przebiegiem rozwoju rodowego, choćby przez to, że każdy ważny miniony etap życia zostaje jakoś zadokumentowany, bądź w określonej strukturze, bądź w procesach albo też w jednym i drugim. Te prawidłowości opisują tzw. prawo biogenetyczne¹ lub teoria filembriogenezy².

Początkiem rozwoju osobniczego jest rozwój przedzarodkowy, w wyniku którego tworzą się komórki rozrodcze. Zatem pierwszą fazę ontogenezy stanowi, w przypadku rozmnażania płciowego, oogeneza i spermatogeneza. Rozwój zygoty otwiera drugą embrionalną fazę przebiegu ontogenezy. Od stadium wzrostu aż do śmierci osobnika rozciąga się trzecia i ostatnia faza ontogenezy, zwana okresem postembrionalnego rozwoju.

Warto prześledzić, czy w tych trzech fazach ontogenezy przejawia się zjawisko luminescencji, a jeśli tak, to jakie prawidłowości zachodzą.

¹ W sformułowaniu F. Müllera i E. Haeckla prawo biogenetyczne wyraża się następująco: Ontogeneza jest skróconą rekapitulacją filogenezy [22].

² Filembriogeneza, według A. Siewiercowa [50], to współzależność między ontogenezą i filogenezą wyrażona następstwem zmian, które utrwaliły się w ontogenezie przodków.

U jamochłonów, w podtypie żebroplawów, stojących na dość niskim szczeblu rozwoju filogenetycznego, występuje bardzo wiele form świecących. Godny uwagi jest też fakt, że u pewnych form już w oogenezie występuje widoczna luminescencja. Tak jest na przykład u *Beroë albens*, gdzie największe natężenie emisji światła zlokalizowane jest w okolicy organów rozrodczych. Wyizolowane jaja świecą też dość intensywnie. Równie wyraźną luminescencję przejawiają także rozwijające się zarodki w pierwszych stadiach rozwoju [23]. Podobna sytuacja ma miejsce u stojących wyżej taksonomicznie plazińców. Najlepszą ilustracją tego są autofotogramy motylicy wątrobowej w fazie oogenezy [20].

Obserwację rozwoju zapłodnionych jaj jeżowców prowadzili w latach trzydziestych W. Dorfman i G. Shmerling. Po zastosowaniu fizycznych detektorów z filtrami kwarcowymi stwierdzili oni rytmiczną emisję krótkiego promieniowania. Praca ta [12] była kontynuacją badań morfogenetycznych, zainicjowanych wcześniej przez A. Gurwicza, który weryfikując swoją teorię pola biologicznego odkrył promieniowanie mitogenetyczne. Źródłem tego promieniowania były obiekty żywe w okresie ich rozwoju generatywnego. W interfazie, a więc przed procesem mitozy, kiedy jądro komórki na przykład cebuli lub drożdży przygotowuje się do podziału, niezbędna jest absorpcja fotonów o odpowiedniej intensywności. W anafazie zaś, gdy jądro się dzieli, staje się wtedy ono samo źródłem emisji promieniowania ultrafioletowego [21]. Dalszą serię podobnych doświadczeń przeprowadzili w Polsce m.in. T. Ryłska [43, 44] i E. Gawroński [17].

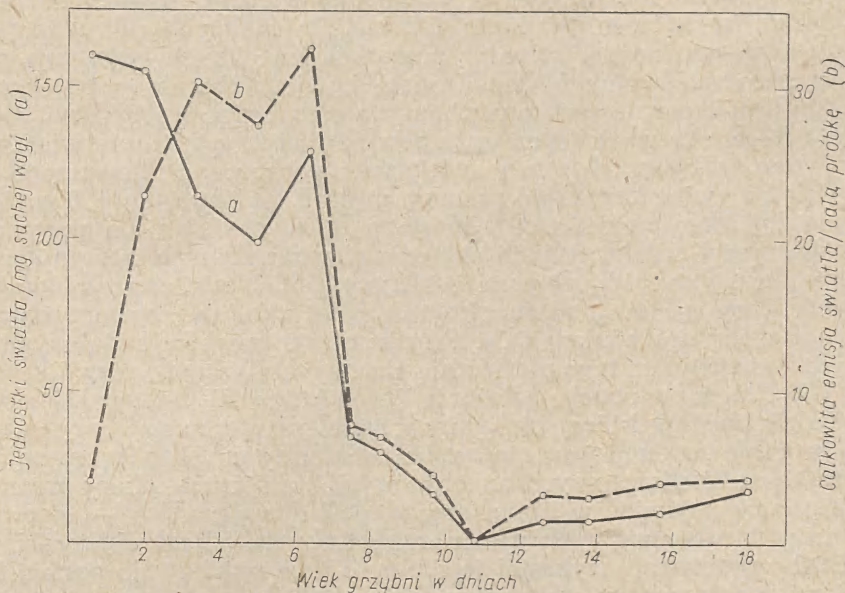
Główny mitogenetyczny efekt, jakim jest stymulacja podziału komórki drogą emisji fotonowej, ma zasadnicze znaczenie w ontogenetycznym rozwoju ustroju żywego³. Generacja fal promieniowania krótkiego przy podziałach mitotycznych świadczy nie tylko o intensywności przemian energetycznych, ale zapewne i o sposobie wymiany informacji, zwłaszcza jeśli się zważy, że przeciętna komórka składa się z 10^{14} – 10^{15} molekuł [31], wśród których zachodzi w ciągu jednej sekundy około $3 \cdot 10^9$ jednostkowych reakcji [40].

Liczne są prace prowadzone nad luminescencją krwi, zarówno zwierząt jak i człowieka. Do bardzo znaczących należą wyniki obserwacji W. Kaczmarczewskiego i współpracowników [30]. Dotyczą one 500 próbek krwi ludzi zdrowych i chorych na różne dolegliwości. Okazało się, że intensywność i długotrwałość świecenia krwi u ludzi chorych jest bardzo różna, w zależności od rodzaju choroby, jak również wieku oraz płci chorego. Zauważono, że w 6–18 minucie obserwacji maksymalna świecenia zmieniały się w granicach 460–512 nm. Po 27–42 minutach maksymalna emisji wydłużały się, obejmując cały obszar widzialnej części widma. Autorzy wyrazili przekonanie, że być może ultrasłabe świecenie krwi ma określone znaczenie w podtrzymywaniu tkankowej homeostazy [30]. Zasugerowali też możliwość wykorzystania zmieniającej się w tak szerokim zakresie widma bioluminescencji krwi do diagnostyki w chorobach onkologicznych.

Wyraźną zależność intensywności bioluminescencji od upływu czasu w trzeciej fazie ontogenezy widać na załączonym wykresie (rys. 4).

³ W. Iniuszin [28] na sympozjum w Alma-Ata w 1971 r., poświęconym zagadnieniu biodynamiki i bioenergetyki, w referacie o „Rezonansowej biostymulacji i problemie bioplazmy” podkreślał, że promieniowanie mitogenetyczne można dziś uważać za rodzaj efektu laserowego w układzie żywym.

Wykres ten ilustruje wyniki uzyskane po 18-dniowej obserwacji emisji światła u grzybni *Collybia velutipes* [2]. Maksima emisji przypadały od 2—7 dnia rozwoju. W miarę starzenia się grzybni krzywa intensywności makrobioluminescencji dość gwałtownie opadała.



Rys. 4. Emisja światła przez *Collybia velutipes* w zależności od wieku [15]

W kontekście zarysowanych ontogenetycznych prawidłowości emisji fotonowej przez układy żywe wymowy nabiera fakt, że tkanka rakowa, będąca przecież morfologicznie tkanką młodą, odróżnicowaną, promieniuje i promieniowanie to wyraźnie odbija się większą intensywnością od tła ultrasłabego promieniowania tkanki zdrowej [42].

Przytoczone fakty nie stanowią wprawdzie pełnego zestawu wyników badań, których zresztą pod wskazanym kątem dotąd jeszcze nie przeprowadzono, mogą one jednak w połączeniu z filogenetycznymi prawidłowościami świadczyć o ewolucyjnym charakterze bioluminescencji i o jej pierwotnej ważności dla życia. Jeśli mianowicie prawo biogenetyczne ma dalej określoną wartość poznawczą, to wynikałoby z przytoczonego zestawu zależności, że światło musiało pierwotnie pełnić w „młodym” życiu daleko większą rolę niż obecnie, gdy funkcjonują inne liczne kanały informacyjno-integrujące. Przy tym zastanawiająca jest zbieżność filogenetycznego wygaszenia makrobioluminescencji ze wzrostem intensywności ultrasłabego świecenia (rys. 2).

3. PRÓBY EWOLUCYJNYCH INTERPRETACJI

Początki życia na Ziemi określa się współcześnie na 3,2—4,2 miliarda lat [58, 56]. Szacunek ten jest oparty głównie na znanych dziś najprymitywniejszych kopalnych formach życia [7]. Mimo tak długiego okresu, w którym przypuszczalnie istniały jakieś protoorganizmy, widoczny rozwój życia z całym bogactwem znanych dziś form nastąpił — jak można

z dużym prawdopodobieństwem sądzić na podstawie materiału paleontologicznego — dopiero na przełomie prekambriu i kambriu, a więc około 600 mln lat temu [33].

Na pytanie, co mogło być powodem tak nierównego tempa ewolucji układów żywych, można choć w części odpowiedzieć wskazując na typ środowiska, w którym powstało i rozwijało się życie [6]. Chodzi tu głównie o praatmosferę, która w początkowym okresie powstania życia była pozbawiona wolnego tlenu, miała bowiem charakter redukcyjny. Cały tlen był zapewne związany chemicznie z wodorem, krzemem, aluminium i żelazem ze względu na duże powinowactwo z tymi pierwiastkami. Wolny tlen, prawdopodobnie w większości pochodzenia biogenego [16], zaczął się pojawiać stopniowo przeszło miliard lat temu [36]⁴. Tym stopniowym zmianom przejścia od atmosfery anoksygeniczej do oksygeniczej towarzyszył rozwój silnych układów enzymatycznych, którymi mogły być metaloenzymy [49], głównie porfiryny [16]. Miały one zdolność rozkładania wody na tlen i wodór, który z kolei mógł być wykorzystywany przez anaeroby do redukcji CO₂. Proces fotosyntezy roślin zielonych jest późnym następstwem tego pierwotnie chemosyntetycznego rozwoju.

Wychodząc z podobnego założenia W. McElroy i H. Seliger [37] zbudowali teorię, według której bioluminescencja miała powstać i wykształcić się w procesie ewolucji jako mechanizm ochronny przed toksycznym działaniem tlenu dla ówczesnych anaerobowych form życia. Kiedy mianowicie zaczął się pojawiać w atmosferze ziemskiej wolny tlen — pierwotne organizmy beztlenowe, nieprzystosowane do życia w jego obecności, musiały, żeby przetrwać, wykształcić zdolność jego redukcji do postaci H₂O.

W miarę gromadzenia się coraz większej ilości wolnego tlenu w środowisku zaczęła się walka organizmów o utrzymanie się w nowych warunkach i wytrzymały tylko te z nich, które szybko przystosowały się do nadchodzących zmian. Były to zapewne organizmy posiadające możliwość bezpośredniego i szybkiego redukcjonowania cząsteczkowego tlenu. Na początku ten proces chemiczny mógł przebiegać bardzo wolno. Najbardziej przystosowanymi organizmami okazały się te, które zdobyły katalizator przyspieszający proces redukcji. Była to zapewne oksydaza, zawierająca żelazo lub miedź. Nowa oksydaza posiadała zdolność fermentu, nazywanego dziś lucyferazą. Reakcja ta była silnie egzotermiczna i prowadziła do pojawienia się koniecznego produktu lub związku pośredniego, którego cząsteczki znajdowały się w silnie wzbudzonych stanach, i drogą rekombinacji prowadziły do emisji światła. Tak powstało zjawisko — twierdzą wymienieni autorzy — zwane dzisiaj bioluminescencją [46].

Teoria ta może mieć pewien stopień prawdopodobieństwa, nie tłumaczy ona jednak wszystkich faktów, np. świecenia niektórych organizmów (nocoświetlika *Gonyaulax*) wyłącznie w nocy [23], świecenia jamochłonów w nieobecności tlenu, brak lucyferazy u świecących gąbek, czy wreszcie tego, że bardzo wiele organizmów wyższych reguluje swą bioluminescencję za pomocą systemu nerwowego [10, 54].

⁴ Cytowani autorzy, Marshall i Nadine, podają, że około 620 mln lat temu wolnego tlenu w naszej atmosferze było zaledwie 0,01 zawartości dzisiejszej. Mógł wtedy pojawić się ozonowy ekran ochraniający przypowierzchniowe warstwy wód oceanów przed promieniowaniem ultrafioletowym. Po upływie dalszych 200 mln lat tzn. ok. 420 mln lat temu było już tlenu 0,1 dzisiejszej zawartości. Zwiększona warstwa ozonu chroniła już nawet powierzchnię lądu, co jest zbliżone z wyjściem świata zwierzęcego na ląd.

Inna grupa uczonych [59, 18] uważa, że bioluminescencja jest jednym ze sposobów ważnej regulacji energetyki organizmu. Autorzy ci wychodzą z takiego rozumowania: Wiadomo, że ważnym źródłem energii dla wszystkich organizmów jest proces utleniania — oddychanie. Jednorazowo organizm potrzebuje tylko bardzo nieznacznej części energii uzyskanej ze spalania związków organicznych. Dzisiejsze organizmy „radzą” sobie z nadwyżką energii, magazynując ją w wysokoenergetycznych związkach fosforanowych (ATP). A co było wtedy — pytają — gdy organizmy były prymitywne, gdy nie wytworzyły jeszcze tzw. łańcucha oddechowego, tj. mechanizmu stopniowego utleniania? Właśnie tę wysoką nadwyżkę energii po prostu wypromieniowywały. Jako przykład takiego prymitywnego organizmu, który zachował się do dziś, podają meduzę *Aequorea aequorea*, która wykorzystuje tylko 8 kcal, a przeszło 50 kcal wypromieniowuje. Układ taki, wykazujący sprawność 13%, jako mało ekonomiczny został w toku ewolucji zastąpiony bardziej sprawnym systemem łańcucha oddechowego. I tak więc w wyniku ewolucji systemu energetycznego prawdopodobieństwo luminescencji w widzialnej części widna zmniejszyło się bardzo znacznie. W dalszym etapie — zdaniem autorów — u wielu organizmów bioluminescencja już tylko wtórnie sprzyjała przystosowaniu się do środowiska, jak np. u wielu chrząszczy świecenie wabi osobniki płci odmiennej, pełni więc rolę specyficznej informacji, ważnej dla rozrodu i utrzymania gatunku.

Co do oceny hipotezy, że bioluminescencja jest tylko pewnego rodzaju „klapą bezpieczeństwa”, która miała pierwotnym organizmom umożliwiać pozbycie się nadmiaru energii w celu zachowania równowagi układu, trudno przyznać jej rację wobec przykładów diametralnie różnych, od przytoczonego przez autorów. Wiadomo mianowicie, że na przykład bakterie „tracą” na bioluminescencję zaledwie 10^{-6} części energii wyzwolanej przy utlenianiu glikozy, co zresztą podają ci sami autorzy po przeprowadzeniu w dwa lata później nowych badań [19]. Ponadto istnieją nieświecące mutanty czy to bakterii [52], czy grzybów [1], które normalnie rosną i rozmnażają się bez bioluminescencji.

Jeśli chodzi o określenie pierwotnej i właściwej roli bioluminescencji, dla większości organizmów nie potrafimy tego uczynić przy dotychczasowym rozumieniu zjawiska świecenia jako procesu przemian chemicznych czy nawet kwantowych. Impas leży w tym, że brakowało nam dotąd szerszej płaszczyzny, jako wspólnego mianownika dla tych zróżnicowanych procesów, które należałoby sprowadzić do czegoś jednego, i to, zarówno od strony samego ich przebiegu, jak i bardziej widocznego powiązania ich z całościowo wziętym zjawiskiem życia.

Zanim spróbujemy w oddzielnej publikacji wskazać na istnienie takiej wspólnej płaszczyzny i możliwości jednolitego potraktowania bioluminescencji, warto — stosując choćby tylko metodę analogii podważyć czy zakwestionować minimalistyczne przekonanie, że bioluminescencja to tylko zwykły „rozkurz energetyczny” organizmu czy produkt uboczny metabolizmu. Zagadnienie potraktujemy szerzej i weźmiemy pod uwagę nie tylko makrobioluminescencję, ale także odkrytą ultrasłabą luminescencję, która towarzyszy wszystkim bez wyjątku układom żywym.

Otóż w przypadku określenia roli ultrasłabej bioemisji światła zarysowują się tu dwa przeciwstawne stanowiska:

B. Tarusow i współpracownicy uważają, że „ultrasłabe świecenie nie jest funkcją komórki czy organizmu, lecz własnością ich substratów” [57].

W. Kaznaczejew, G. Iwanow, S. Kazanina i współpr. [30] przypuszczają, że ultrasłabe świecenie mogłoby służyć jako kanał informacyjny na częstotliwościach świetlnych lub stanowić impuls wyzwalający pewne procesy fizjologiczne w układach komórka-komórka lub organ-organ. Opowiadają się więc ci autorzy za jakąś ważną informacyjną funkcją ultrasłabego świecenia w morfogenezie.

To ostatnie stanowisko jest jeszcze dzisiaj raczej odosobnione, a przynajmniej bardzo nieśmiało podejmowane. Większość badaczy uważa, że bardzo trudno jest dziś ustalić właściwe znaczenie bioluminescencji dla poszczególnych organizmów, a już prawie nie przypuszcza się, aby bioluminescencja mogła „powiedzieć” coś o naturze samego życia. Wielu uczonych utrzymuje, że emisja światła jest tylko mało ważnym bocznym odgałęzieniem łańcucha procesów metabolicznych [41, 57, 59].

Czy jednak takie twierdzenie nie jest zbyt pochopne choćby ze względu na to, że przecież obecna niemożność zidentyfikowania czy odkrycia właściwych skutków tych ultrasłabych impulsów nie może przesądzać negatywnie o faktycznym znaczeniu bioluminescencji dla życia. Zachodzić tu może bowiem analogiczna sytuacja, jak na przykład przy odbiorze wrażeń słuchowych przez człowieka i przez ptaka. Wygląda to następująco.

Odbieramy z przyjemnością głębokie tony słowika czy melodyjne i urozmaicone pogwizdy drozda dlatego, tylko, że ich śpiew odpowiada naszym muzycznym przyzwyczajeniom, i co ważniejsze, wymaganiom naszego organu słuchu; zakres bowiem częstotliwości i szybkość modulacji tonu wydawanego przez te ptaki leży w granicach wrażliwości naszego ucha. Sytuacja ta byłaby analogiczna dla makrobioluminescencji w odniesieniu do wrażliwości naszego oka. A oto inne porównanie z wrażeniami słuchowymi.

Żyje w Ameryce ptak *Molothrus ater*, którego szybka modulacja częstotliwości, wynosząca 700 drgań na sek., nie wywołuje w uchu ludzkim wrażenia tonów o określonej wysokości i barwie i jest raczej odczuwana jako głos o przykrym brzmieniu. Ucho nasze może zarejestrować tremolo o 30 drganiach na sek., wyższe zaś od 100 drgań odbiera jako dźwięk brzęczący, nieprzyjemny [34].

Stwierdzono także, że zdolność rozróżniania w czasie dwóch oddzielnych dźwięków jest u ptaków 50—100 razy lepsza niż u człowieka. Ptak słyszy jako oddzielne dwa dźwięki następujące po sobie w odstępie 5 milisekund, a zatem szybkie modulacje tak charakterystyczne dla ich pieśni mają dla nich samych, a nie dla nas określone znaczenie i wobec tego „nawet w krótkiej pieśni zawarta jest ogromna ilość informacji (...). Można też zrozumieć, dlaczego poszczególne osobniki tego samego gatunku mogą wzajemnie rozpoznawać się na podstawie niesłychanie subtelnych różnic w śpiewie, niemożliwych do zauważenia dla człowieka” (podkr. własne Cz. B.) [34].

Czyż nie zachodzi podobna sytuacja i w dziedzinie bioluminescencji? Organizmy świecą przecież nie dla nas, ale dla siebie. Przy czym taki fakt, podkreślony przez Żurawlewa [59], że energia bioluminescencji jest tracona i nie może być użyta przez układ świecący — czyż nie przemawia za tym, że jej rola musi być widocznie inna, niż to wyobrażamy sobie według naszej makropercepcji. Może to być właśnie rola przekaźnika informacji na fali nośnej długości 300—800 nm czy nawet 200—900 nm. Sugestia ta wydaje się wielce prawdopodobna wobec przed-

stawionych prawidłowości dość jednoznacznie układających się w filogenezie i występujących także w rozwoju ontogenetycznym.

Dalszym, nie mniej ważnym potwierdzeniem hipotezy o informatywnej roli światła w układach żywych stanowi analiza submolekularnych i makroskopowych struktur w obrębie choćby tylko komórki (system błon o budowie lamelarnej typu półprzewodnikowych złącz [27, 32, 45, 55]) ilość molekuł w jednej komórce (10^{15}) oraz fakt superszybkich przebiegów reakcji chemicznych w ciągu jednej sekundy ($3 \cdot 10^9$).

Gdy nadto uwzględną się wielokomórkowy układ żywy z wieloma poziomami tkankowo-organowymi to do tego sprawnego sterowania i szybkiej wymiany informacji wydaje się najodpowiedniejszym falą elektromagnetyczną o różnej długości. To zagadnienie jednak należałoby potraktować oddzielnie.

LITERATURA

- [1] Airth R. L. — *Characteristics of Cell-free Fungal Bioluminescence* in: A Symposium on Light and Life, Baltimore, 262—273, 1961.
- [2] Airth R. L., Foerster G. E., Behrens P. Q. *The Luminous Fungi* in: *Bioluminescence in Progress*, Ed. by F. H. Johnson, Y. Haneda, Princeton, 203—223, 1966.
- [3] Airth R. L., Mc Elroy W. D. — *Light Emission from Extracts of Luminous Fungi*. J. Bacteriol., 77, 249, 1959.
- [4] Bassot J. M. — *On the Comparative Morphology of Some Luminous Organs* in: *Bioluminescence in Progress*, 557—610, 1966.
- [5] Berliner M. D. — *Diurnal Periodicity of Luminescence in three Basidiomycetes*. Science, 134, 740, 1961.
- [6] Biedulski Cz. — *Biogeneza w świetle środowiska prekambriu i kambriu*. Studia Philosoph. Chr., 6, 2, 175—181, 1970.
- [7] Barghoorn E. S., Schopf J. W. — *Microorganismus Three Billion Years old from the Precambrian of South Africa*. Science, 152, 758, 1966.
- [8] Buck J. — *Speculations on the Interrelations and Evolutions of Photic Organs* in: *Symposium on Light and Life*, 754—770, 1961.
- [9] Cormier M. J. — *Studies on the Bioluminescence of Renilla reniformis*. J. Biol. Chem., 237, 2032—2037, 1962.
- [10] Cormier M. J., Hori K., Kreiss P. — *Studies on the Bioluminescence System of the Sea Pansy, Renilla reniformis* in: *Bioluminescence in Progress*, 349—362, 1966.
- [11] Cormier M. J., Strehler B. L. — *Some comparative Biochemical of Cell-free Bacterial Luminescence*, J. Cellular Comp. Physiol., 44, 2, 277—289, 1954.
- [12] Dorfmann W., Shmerling G. — *Ritmiczność mitogenetycznego izluczenia w opłodotworionym jajce morskiego jeża w: Issledowania po Mitogenetyczskomu Izluczeniu*. Leningrad, 149, 1934.
- [13] Eckert R. — *Excitation and Luminescence in Noctiluca miliaris*, in: *Bioluminescence in Progress*, 269—300, 1966.
- [14] Feliksiak S., Michajłow W., Raabe Z., Strawiński K. — *Zoologia*. Warszawa, 1972.
- [15] Foerster G. E., Behrens P. Q., Airth R. L. — *Bioluminescence and other Characteristics of Collybia velutipes*. American Journal Botany, 52, 487—495, 1965.
- [16] Gaffron H. — *Rol światła w ewolucii: pierechod ot odnokwantowego mechanizma k dwukwantowomu w: Proischozhdienie predbiologiczeskich sistem*, pod red. A.I. Oparina, Moskwa, 437—460, 1966.

- [17] Gawroński E. — *Efekt mitogenetyczny drożdży Saccharomyces cerevisiae Hansen rasy piekarnianej „AS”*. Annales UMCS, Lublin, 14, 19 sec. C, 407—433, 1959.
- [18] Gitelzon I. I., Czumakowa R. I., Fisz A. M. — *K woprosu ob energetycznych sootnoszenijach mieźdu bioluminescencijej i dychaniem swietjaszczichsja bakterij*. Biofizika, 10, 1, 100—104, 1965.
- [19] Gitelzon I. I., Fisz A. M., Czumakowa R. I. — *O swjazi mieźdu luminescenciej i napraiaženijem kistoroda i suspenzii swietjaszczichsja bakterij w: Bioenergetika i biologiceskaja spektrofometrija*, Moskwa, 70—75, 1967.
- [20] Grabiec S. — *Autophotographic Recording of Bioluminescence of the Fluke Fasciola hepatica (L)*. Bulletin de L'Academie Polon. des Scie. Ser. des sci. biol., 16, 4, 249—251, 1968.
- [21] Gurwicz A. G., Gurwicz L. D. — *Mitogeneticzeskoje izluczenije*. Moskwa, 1945.
- [22] Halicz B. — *Procesy ewolucji biologicznej*. Warszawa 1972.
- [23] Harvey E. N. — *Bioluminescence*. Academic Press, New York, 1952.
- [24] Hastings J. W., Bode V. C. — *Ionic Effects upon Bioluminescence in Gonyaulax Extracts in: A Symposium on Light and Life*, 294—312, 1961.
- [25] Hastings J. W., Gibson Q. H. — *J. Biol. Chem.*, 242, 4, 720, 1967.
- [26] Hastings J. W., Vergin M., De Sa R. — *Scintillons: The Biochemistry of Dinoflagellate Bioluminescence in: Bioluminescence in Progress*, 301—329, 1966.
- [27] Howland J. L. — *Wstęp do fizjologii komórki*. Warszawa, 1971.
- [28] Iniuszin W. M. — *Rezonansnaja biostimulacja i problema bioplazmy w: Niekotoryje woprosy biodynamiki i bioenergetyki organizmu w normie i patologii, Biostimulacja łaźiernym izluczenijem, cz. II. Alma-Ata*, 5—8, 1972.
- [29] Johnson F. H., Shimomura O., Haneda Y. — *A Note on the Large Luminescent Earthworm, Octochaetus multiporus, of New Zealand in: Bioluminescence in Progress*, 385—389, 1966.
- [30] Kaznaczejew W. P., Iwanow G. K., Kazanina S. S. i inni — *O roli swierchstabych swietowych potokow w biologiceskich sistiemach w: Bioenergetika i biologiceskaja spektrofometrija*, Moskwa, 80—84, 1967.
- [31] Koniew S. W., Łysakowa T. J. — *O diejstwwi swierchstabych intensiwnostiej ultrafioletowych łuczej na kletocznieje dielenija i glikoliz*, Biofizika, 10, 6, 1000, 1965.
- [32] Liberman E. A. — *Membrany*. Biofizika, 15, 2, 278—297, 1970.
- [33] Lotze F., Schmidt K. — *Präkambrium, cz. I Nördliche Halbkugel*, Stuttgart, 1966.
- [34] Majlert Z. — *Fizjologia i akustyka śpiewu ptaków*. Wszechświat, 9, 236—240, 1970.
- [35] Mamiedow T. G., Popow J. A., Koniew W. W. — *Swierchstaboje swiečenje razlicznych organizmow*. Biofizika, 14, 6, 1047—1051, 1969.
- [36] Marshall L. C., Nadine G. F. — *The Evolution of Oxygen and Nitrogen in the Earth's Atmosphere: with Notes on the Evolution of Life on Earth and Martian Atmosphere*. School Science and Math., 69, 1, 13—30, 1969.
- [37] Mc Elroy W. D., Seliger H. H. — *Proischoźdzenie i ewolucija bioluminescencji w: Ewolucionnaja biochimija, Trudy V mieźdunarodnego biochimičeskogo Kongressa*, Moskwa, 161, 171, 1961.
- [38] Mc Elroy W. D., Strehler B. L. — *Bioluminescence*. Bacteriol. Rev., 18, 3, 177—184, 1954.
- [39] Obojska K. — *Bioluminescencja bakterii*, Postępy mikrobiologii, 8, 2, 225—264, 1969—1970.
- [40] Pauling L. — *A Molecular Theory of General Anesthesia*, Science, 134, 3471, 15—21, 1961.

- [41] Reid C. — *Excited States in Chemistry and Biology*, London, 1957.
- [42] Ruhenstroth-Bauer G., Fuhrmann G. F., Grauzer E., Kübler W. — *Elektrophoretische Untersuchungen an normalen und malignen Zellen*. Naturwissenschaften, 49, 16, 363, 1962.
- [43] Rylska T. — *Promieniowanie tzw. mitogenetyczne pączkujących drożdży i narośli rakowej ziemniaka*. Annales UMCS, sec. C, 3, 13, 355—417, 1948.
- [44] Rylska T. — *Badania nad mechanizmem działania czynników mitotycznych*. Annales UMCS, sec. C, 5, 10, 321—334, 1951.
- [45] Sedlak W. — *Laserowe procesy biologiczne*. Kosmos A, 5, 533—545, 1972.
- [46] Seliger H. H., Mc Elroy W. D. — *Light: Physical and Biological Action*. New York, 1965.
- [47] Sembrat K. — *Hormones and Evolution*, XV Internation. Congr. Zool. Proc., 529—531, 1959.
- [48] Sewerin S. E., Fillipow P. P., Koczetow G. A. — *Metalloenzymy*. Uspiechi Sowrem. Biol., 69, 2, 241—260, 1970.
- [49] Shimomura O., Johnson F. H. — *Partial Purification and Properties of the Chaetopterus Luminescence System* in: *Bioluminescence in Progress*, 495—521, 1966.
- [50] Siewiercow A. N. — *Morphologische Gesetzmässigkeiten der Evolution*. Jena, 1931.
- [51] Skowron S. — *On the Luminescence of Some Cephalopods*. Rev. Biol., 8, 236—240, 1926.
- [52] Sławiński J. — *Bioluminescencja organizmów morskich*. Kosmos A, 1, 3—25, 1969.
- [53] Strehler B. L., Cormier M. J. *Factors Affecting the Luminescence of Cell-free Extracts of the Luminous Bacterium (Achromobacter Fischeri)*. Arch. Bioch. Biophys., 47, 1, 16—33, 1953.
- [54] Swiesznikow B. J. — *Priroda*, 2, 15, 1941.
- [55] Szachow A. A. — *O membrannoj biologii w: Niekotoryje woprosy biodynamiki i bioenergetyki ...* 9—19, 1972.
- [56] Szklowski J. S. — *Wszechświat, życie, myśl*. Tłum. z ros., Warszawa, 1955.
- [57] Tarusow B. N., Iwanow I. I., Petruszewicz K. — *Swierchslaboje swiecenie biologiczeskich sistem*. Moskwa, 1967.
- [58] Welte D. H. — *Das Problem der frühesten organischen Lebenspuren*. Naturwissenschaft, 54, 325—329, 1967.
- [59] Żurawlew A. I. — *Problemy bioluminescencji*, w: *Bioluminoscencija*, Trudy moskowsk. Obszczestwa Ispytat. Prirody, t. 21, Moskwa, 1965.
- [60] Żurawlew A. I., Wiesiełowski W. A., Koszczenko N. N. — *Bioluminescencija*, w: *Bioluminescencija*, 19—50, 1965.

POCHODZENIE I POKREWIEŃSTWO GATUNKÓW ROŚLIN
W ŚWIELE NOWSZYCH BADAŃ

Od czasów Lineusza, który stworzył podstawy systematyki roślin, podział świata roślinnego na gatunki opierano wyłącznie na różnicach istniejących w obrębie cech morfologicznych, dotyczących budowy, kształtu a przede wszystkim liczby organów generatywnych. Nieraz nawet drobne zmiany uważane były za wystarczające różnice by uznać daną formę za odrębną jednostkę taksonomiczną. Tego rodzaju podział oparty wyłącznie na badaniu podobieństwa, bądź zmian morfologicznych, a następnie anatomicznych w obrębie roślin stanowił przez długi okres czasu podstawę całej systematyki i filogenetyki roślin. Metody te przyczyniły się niewątpliwie do uporządkowania grup roślinnych, do połączenia ich w wyższego rodzaju jednostki systematyczne, a równocześnie podziału na pojedyncze gatunki. Na podstawie klasycznej systematyki, opartej na przesłankach natury morfologicznej i anatomicznej nie zawsze jednak można było trafnie określić gatunki i zaistniała tendencja do ogromnego zwiększania ich liczby, co nie zawsze zgodne było z faktycznym stanem rzeczy, czyli różnicami genetycznymi dzielącymi poszczególne taksony.

W związku z tym z czasem, wraz z coraz to intensywniejszym rozwojem genetyki i cytogenetyki podjęto ściślejsze badania nad pokrewieństwem i różnicami dziedzicznymi między gatunkami (tzw. analizę cytotaksonomiczną), co umożliwiło lepszą ich klasyfikację. Stwierdzono, że obok niewątpliwie występujących istotnych różnic anatomicznych i morfologicznych, istnieje wyraźne zróżnicowanie kariologiczne między poszczególnymi gatunkami. Jest ono spowodowane różną liczbą i budową chromosomów. Niejednokrotnie pierwotne genomy ulegały głębokiemu przeobrażeniu na skutek zmian w chromosomach, polegających na tzw. aberacjach chromosomowych oraz na zwiększeniu liczby chromosomów w genomie. W ten sposób różnicował się podstawowy genotyp i powstawały coraz to nowe formy, które dały początek nowym gatunkom.

Stwierdzono przede wszystkim, że w miarę pogłębiania się różnic genetycznych między gatunkami występuje między nimi coraz to większa izolacja, przejawiająca się w tzw. barierze izolacyjnej, lub barierze sterility. Polega ona na tym, że z chwilą zaistnienia dużego zróżnicowania genetycznego, gatunki należące nawet do tego samego rodzaju często nie krzyżują się wzajemnie, co uniemożliwia swobodny przepływ genów między nimi. Zjawisko to na skutek nagromadzenia się różnych mutacji w gatunkach wzajemnie niepłodnych powoduje jeszcze ich większe oddalanie się i pogłębianie różnic genetycznych. Czasami jednak ta bariera sterility występująca między gatunkami daje się przełamać. Istnieją jednostki taksonomiczne, które mimo swojej odrębności genetycznej wydają przy wzajemnym krzyżowaniu pewną liczbę nasion, ale najczęściej po-

tomstwo ich jest niepłodne, co również uniemożliwia wzajemny przepływ genów i tworzenie nowych rekombinantów, a więc jest również swojego rodzaju barierą izolacyjną. Dopiero po zdwojeniu liczby chromosomów zachodzi możliwość wytworzenia płodnych gamet u mieszańców i zdolność do wyprodukowania nasion.

Badanie pokrewieństwa gatunków polega więc na analizie stopnia wzajemnego przekrzyżowania się gatunków i wytwarzania płodnego potomstwa. Jeżeli przypadek ten zachodzi, badane gatunki są zwykle blisko ze sobą spokrewnione. Należy przede wszystkim przeprowadzić analizę cytologiczną przebiegu mejozy, by stwierdzić jak dalece jest ona regularna, to znaczy w jakim stopniu koniugują ze sobą chromosomy należące do dwóch gatunków rodzicielskich. Jeżeli koniugacja zachodzi, znaczy to, że chromosomy partnerów rodzicielskich są homologiczne (identyczne) lub homeologiczne (podobne) i badane gatunki wykazują duży stopień pokrewieństwa.

Tego rodzaju badania nazwane analizą genomową pozwoliły na udowodnienie pochodzenia wielu roślin uprawnych, a nawet i niektórych dzikich. Jednym, być może z najlepiej opracowanych pod tym względem gatunków jest pszenica uprawna *Triticum aestivum* L. występująca jako heksaploid, czyli posiadająca 6 genomów; AABBDD. Pierwszy, który sformułował hipotezę odnośnie pochodzenia tego gatunku był brytyjski uczyony Percival. Analizę genomową potwierdzającą jego hipotezę przeprowadzili natomiast Thompson [42] w Kanadzie, Mc Fadden i Sears [19] w USA i Kihara w Japonii. Poprzez odpowiednie krzyżówki *Triticum dicoccoides* Koern. (o budowie AABB) z *T. aestivum* udowodniono, że posiada ona te same genomy A i B co pszenica uprawna. Genom D zawdzięcza pszenica trawie dzikiej (kozieniec), która rosła jako chwast w pierwotnych uprawach tego gatunku na obszarach Gruzji i dawnego Babilonu, a nazwana została *Aegilops squarrosa* L. Z kolei *T. dicoccoides* posiada jeden genom A pochodzący od diploidalnej pszenicy *T. monococcum* L., a drugi B od *Ae. speltoides* Tausch., czyli innego gatunku kozińca. Przez kolejne krzyżowanie tych gatunków z pszenicą uprawną stwierdzić można w potomstwie mieszańcowym koniugację odpowiednich chromosomów, co wskazuje na to, że pszenica uprawna powstała w trakcie ewolucji ze skrzyżowania tych trzech gatunków.

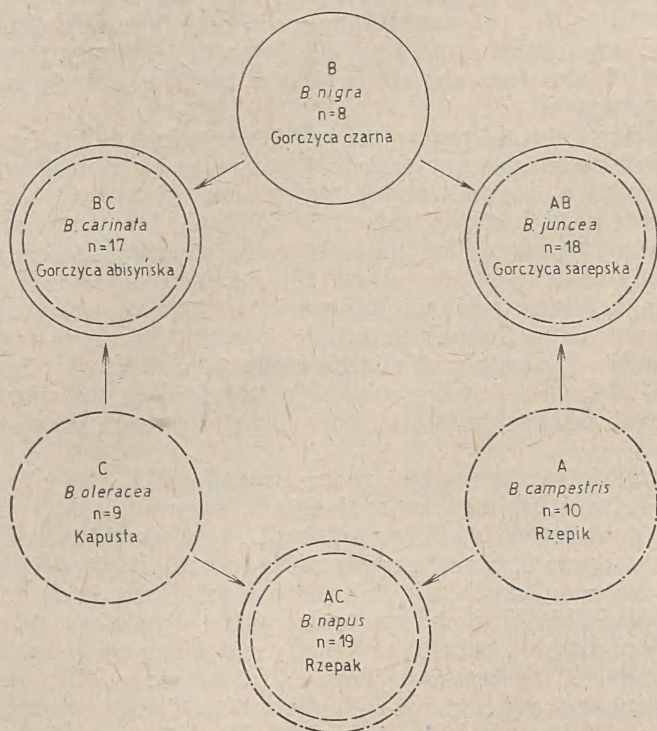
Sama koniugacja chromosomów w biwalenty nie zawsze jest jednak wystarczającym kryterium homologii, czy też homeologii chromosomów. Istnieją bowiem geny, które mogą warunkować koniugację nawet w przypadku braku pokrewieństwa genomów. Gdy jednak mejoza jest nieregularna i chromosomy nie łączą się zupełnie, pozostając w postaci niezwiązanych uniwalentów, najczęściej mamy do czynienia z gatunkami niespokrewnionymi. Tak np. mieszańce między rajgrasem angielskim i rajgrasem włoskim (*Lolium multiflorum* Lam. x *L. perenne* L.) a kostrzewą trzcinową (*Festuca arundinacea* Schreb.) są zupełnie męsko-sterylne. W mejozie powstają uniwalenty, a w tetradach widoczne są mikrojądra [45]. Próby ustalenia tych form mimo dalszego przekrzyżowania ich z kostrzewą nie dały pozytywnych rezultatów.

Innym przykładem analizy gatunków mogą być prace nad owsem uprawnym, *Avena sativa* L., który jest heksaploidem. Istnieją również gatunki diploidalne tego rodzaju, a mianowicie *A. abyssinica* Hochst. i *A. strigosa* Schreb., które przekrzyżowano między sobą, uzyskując po zdwojeniu liczby chromosomów formę amfidiploidalną [8]. Amfiploid ten krzyżowano z kolei z *A. sativa* i stwierdzono dość wysoki procent osadzania

nasion (20, 8), co wskazywało znowu na duże pokrewieństwo gatunków wyjściowych do owsa uprawnego.

Inna znana już dość dawno metoda analizy gatunków polega na syntezie gatunków istniejących obecnie w przyrodzie i ich form wyjściowych. Pierwszą tego rodzaju pracę wykonał Müntzing [22] krzyżując *Galeopsis pubescens* Bess. z *Galeopsis speciosa* Mill. i otrzymując po zdwojeniu chromosomów mieszańca *G. tetrahit* L., a więc gatunek występujący pospolicie w przyrodzie. Następnie udało się w podobny sposób zsyntetyzować szereg gatunków *Brassica* i podać schemat powstania trzech gatunków amfiploidalnych [20]. Prace Rudorfa [33] i Olssona [26, 27], pozwoliły na ustalenie bliskiego pokrewieństwa między następującymi gatunkami diploidalnymi, które po przekrzyżowaniu i zdwojeniu liczby chromosomów dają powszechnie znane gatunki uprawne, a mianowicie rzepak i brukiew, gorczycę sarepską i gorczycę czarną (rys. 1.). Stwierdzono, że *Nicotiana tabacum* L. ($2n = 48$) jest produktem krzyżówki *N. sylvestris* Speng. et Comes x *N. tomentosiformis* Goodsp. [10, 11]. Ogromna liczba gatunków ozdobnych jest również pochodzenia mieszańcowego. Bratek, *Viola wittrokiana* Gams. jest produktem krzyżówki *V. lutea* Huds. x *V. tricolor* L. [13]. *Begonia semperflorens gracilis* H. B. et K. pochodzi z krzyżówki *B. schmidtiana* Regel. x *B. semperflorens* Regel. [41]. Ostróżka Beladonna hort. powstała ze skrzyżowania *Delphinium elatum* L. x *D. grandiflorum* L. [13] a *Pelargonium hortorum* Jacq L'Herit. z krzyżówki *P. zonale* Ait. x *P. inquinans* L. Ait. [12].

Także w obrębie roślin sadowniczych możnaby wymienić wiele form mieszańcowych, z których najbardziej znana jest śliwa *Prunus domestica*



Rys. 1 Schemat powstania gatunków amfiploidalnych w rodzaju *Brassica*

L. ($2n = 48$) powstała przez skrzyżowanie *P. spinosa* L. ($2n = 32$) x *P. cerasifera* Ehrh. ($2n = 16$) [21], oraz truskawka, (*Fragaria ananassa* Duch.) której rodzice (*Fragaria chiloensis* i *F. virginiana*) zostały przywiezione z Ameryki i skrzyżowane w Europie.

W Polsce ogromne zasługi na polu badań cytotaksonomicznych przypisać należy prof. M. Skalińskiej [39, 40] i jej licznej szkole. Skalińska jako pierwsza w kraju podjęła na tak szeroką skalę badania nad zróżnicowaniem kariologicznym i embriologicznym gatunków. Przebadła ona wraz z Banach-Pogan [1, 2], Czapik [6], Czapską [7], Kazubowską [14], Małecką [18], Piotrowicz [30], Urbańską [43], Weisło [44] i wieloma innymi, stokilkadziesiąt gatunków flory tatrzańskiej, jak również arktyczno — alpejskiej i centralno — europejskiej. Dzięki tym obszernym i pionierskim pracom można było ustalić odrębność, pokrewieństwo i pochodzenie poszczególnych jednostek systematycznych na nowoczesnych i ściślejszych niż dotychczas przesłankach.

Nowa metoda badania homeologii genomów i zachowania się ich w zależności od tła genetycznego została ostatnio opracowana przez Siddiqui [37]. Polega ona na ekstrakcji pewnych, określonych genomów z gatunku poliploidalnego. I tak np. udało się temu autorowi wyekstrahować z heksaploidalnego gatunku pszenicy uprawnej (AABBDD) tetraploidy o budowie AABB, AADD i BBDD, a więc wszystkie możliwe kombinacje genomów. Metoda polegała na zastosowaniu 6, lub 7 krzyżówek wstecznych tetraploidów z pszenicą uprawną *T. aestivum* L., a następnie samozapyleniu uzyskanych pentaploidów. Otrzymano wówczas obok aneuploidów, również i odpowiednie tetraploidy.

Żmudne analizy cytogenetyczne pozwoliły na ustalenie pochodzenia większości gatunków uprawnych. Stwierdzono niejednokrotnie nie tylko różnice dotyczące całych genomów, ale również i zmiany strukturalne w pojedynczych chromosomach, które mogły mieć bardzo istotne znaczenie w ewolucji gatunków.

Poza metodami cytotaksonomicznymi istnieją jeszcze inne polegające na badaniu zróżnicowania genetycznego i pozwalające tym sposobem określić pokrewieństwo analizowanych gatunków. Metody te oparte są na znanym prawie serii homologicznych Wawiłowa, który stwierdził, że pokrewne gatunki, rodzaje, a nawet rodziny wykazują podobne zróżnicowanie genetyczne cech. Gdy np. w obrębie pszenicy uprawnej znajdujemy formy ościste, bezostne, o ziarnie białym i czerwonym, podobne cechy występują niewątpliwie u innych gatunków pszenic. Na tej podstawie Chwostowa i Sidorowa [5] badały alleliczne mutacje u różnych odmian grochu, krzyżując je następnie między sobą. Stwierdziły one, że spectrum mutacyjne u różnych odmian było podobne, co potwierdzało prawo serii homologicznych.

Innym przykładem mogą być prace Prasada [31], który traktując różne pszenice tetraploidalne, obejmujące *T. durum* Desf., *T. dicoccum* Schrank, *T. polonicum* L., *T. turgidum* L. i *T. carthlicum* Nevski promieniami Roentgena i chemicznymi mutagenami stwierdził u *T. durum* wystąpienie form o dużych, długich plewach zbliżonych do *T. polonicum*, poza tym typów zbitokłosych, speltoidalnych i o pokroju *sphaerococcum*. Autor na tej podstawie ustalił podobieństwo pewnych genomów i pokrewieństwo między *T. timopheevi* Zhuk a *T. araraticum* Jakubz, oraz genomu G *T. timopheevi* z genomem B *T. dicoccum*. Częste występowanie mutantów o typie *T. polonicum* w obrębie naświetlanych roślin *T. durum* i odwrotnie, mutacji o typie *durum* w potomstwie *T. polonicum* wskazuje

na duże podobieństwo genetyczne i wspólne pochodzenie tych dwóch gatunków.

Omówić wreszcie należy ostatnią metodę, która pozwala na badanie pokrewieństwa i pochodzenia różnych jednostek systematycznych na podstawie analiz serologicznych i biochemicznych. Pierwsza z nich dotyczy różnic w budowie białka, druga pozwala nie tylko na analizę jakościową białek, ale i innych substancji endogennych roślin.

U pszenżyta (*Triticale*) stwierdzono [4] że obraz chromatograficzny uzyskany przy pomocy elektroforezy wykazuje sumę komponentów białek rodzicielskich. Niektórych aminokwasów form wyjściowych nie można było zidentyfikować u mieszańców *Triticale*, natomiast pojawiły się na to miejsce nowe. Cambell i Frey [3] zauważyli ogromne różnice w zawartości białka u dzikiego gatunku *A. vena sterilis* L. i *A. sativa* L., przy czym u pierwszego poziom białka był znacznie wyższy. Badania nad 17 odmianami jęczmienia przeprowadzone przy pomocy cienkowarstwowej chromatografii wykazały, że analizowane odmiany można podzielić pod względem zawartości związków fenolowych na dwie grupy; A i B [9]. U lucerny Pederson i Li Chung Wang [29] wykazali ogromne zróżnicowanie w zawartości saponiny w zależności od gatunku i odmiany.

Sheen [35] badając gatunki wyjściowe *Nicotiana tabacum* L. stwierdził, że najwyższą ilość polifenoli zawierał gatunek *N. tomentosiformis* Goodsp. Zachodziły również istotne różnice pod tym względem między *N. silvestris* a *N. tomentosiformis* Speg et Comes. w zawartości polifenoloksydazy i peroksydazy. Mieszaniec *N. tabacum* zbliżał się do gatunku o niższym poziomie tych enzymów. Interesujące badania dotyczące zawartości i jakości alkaloidów przeprowadzono na różnych gatunkach należących do rodziny *Genisteae* [23], szczególnie na gatunkach łubinu [24]. Stwierdzono, że *Lupinus angustifolius* L. zawiera lupaninę, hydroksylupaninę i angustifolinę, *L. luteus* L. posiada różne alkaloidy, głównie lupaninę i duże ilości sparteiny, *L. rothmaleri* Klink. zbliżony jest pod tym względem do *L. luteus*, a *L. albus* L. zawiera hydroksylupaninę, duże ilości lupaniny i pewną ilość lupininy. Nowacki ustalił podnadto skład alkaloidów w różnych mieszańcach łubinów dzikich i ich form wyjściowych, stwierdzając różnorodny przebieg procesów syntezy i utleniania alkaloidów w poszczególnych gatunkach. Na tej podstawie udało mu się jednostki taksonomiczne usystematyzować w pewne, pokrewne grupy. U gatunków łubinu Ameryki Północnej natomiast stwierdzono, że nie różnią się one składem chemicznym, lecz we wszystkich występuje ten sam skład alkaloidów. Istotne różnice istniały natomiast w zdolności przekształcenia sparteiny w lupaninę, lub tej ostatniej w hydroksylupaninę.

Ten sam autor wraz z Przybylską [32] dokonali próby podziału taksonomicznego 15 gatunków rodzaju *Lathyrus*, *Cicer arietinum* L., *Lens esculenta* Moench. i *Vicia ervilla* L. Willd. przeprowadzając jakościową analizę wolnych aminokwasów przy pomocy chromatografii bibułowej. Na podstawie występowania niezidentyfikowanych substancji badane gatunki można było podzielić na kilka pokrewnych grup.

Stopniowe poszerzanie wiedzy o pochodzeniu i pokrewieństwie gatunków pozwoliło skorygować wiele nieścisłości w dotychczasowej systematyce roślin. Stwierdzono np., że istnieją często tak blisko spokrewnione gatunki, że właściwie winny być one zaliczane do jednego wspólnego taksonu, o czym świadczą badania cytogenetyczne i wysoka płodność mieszańców. Do „gatunków” takich zaliczyć można *Lolium perenne* L. i *L. multiflorum* Lam., które nie tylko zbliżone są morfologicznie, ale wy-

dają w pełni płodne potomstwo, krzyżując się spontanicznie, gdy rosną w sąsiedztwie [34]. Podobnie bardzo bliskie pokrewieństwo istnieje między *Lolium multiflorum* i *L. rigidum* Gand., które wykazują w mieszańcach wyraźną homologię między chromosomami [17]. Pewien nieznaczný zakres różnic sugeruje, że gatunki te rozdzieliły się dopiero niedawno. U rodzaju *Avena* [16] proponuje się połączyć trzy dotychczasowe gatunki w jeden, a mianowicie *A. sterilis* L., *A. fatua* L. i *A. byzantina* C. Koch. Są one bardzo blisko spokrewnione i wykazują dużą zbieżność cytogenetyczną.

Dotychczasowy podział taksonomiczny oparty nieraz na przestarzałych przesłankach systematyki roślin winien więc ulec dokładnej rewizji, a wyodrębnienie i ustalenie gatunku powinno być oparte na wszechstronnych badaniach kariologicznych, cytogenetycznych i biochemicznych. Oczywiście takie badania wymagają zespołowych prac bardzo licznych specjalistów, których wspólne wysiłki mogą dopiero dać zadawalające wyniki w uporządkowaniu taksonomii świata roślinnego.

LITERATURA

- [1] Banach-Pogan E. — *Karyological studies in species Dentaria L. occurring in Poland*. Acta Soc. Bot. Pol., 23, 275—382, 1954.
- [2] Banach-Pogan E. — *Further cytological studies in Cardamine*. Acta Soc. Bot. Pol., 24, 275—286, 1955.
- [3] Campbell A. R., Frey K. J. — *Association between groat protein percentage and certain plant and seed traits in interspecific oat crosses*. Euphytica, 21, 352—362, 1972.
- [4] Christowa J., Bajewa R. — *Untersuchungen zur Natur der Protein-phenotypen bei Triticale*. Z. Pflanzenzüchtung., 67, 327—336, 1972.
- [5] Chwóstowa W. W., Sidorowa K. K. — *Genetical basis of the law of homological series in hereditary variation by means of experimental mutagenesis*. Biol. Zbl., 31, 273—284, 1972.
- [6] Czapik R. — *Karyological studies in species Cirsium Mill. et Scop. occurring in Poland*. Acta Soc. Bot. Pol., 27, 483—489, 1958.
- [7] Czapska D. — *Cytological and morphological studies in Plantago media L. and other species in the genus Plantago*. Acta Soc. Bot. Pol., 28, 129—142, 1959.
- [8] Forsberg R. A., Shands H. L. — *Breeding behavior of 6x amphiploid x Avena sativa F₁ hybrids*. Crop Sci., 9, 67—69, 1971.
- [9] Frost S., Holm G. — *Thin-layer chromatographic studies of phenolic compounds in seventeen parental varieties of barley*. Hereditas, 70, 259—264, 1972.
- [10] Goodspeed T. H., Clausen R. E. — *Interspecific hybridization in Nicotiana. VIII. The sylvestris-tomentosa-Tabacum hybrid triangle and its bearing on the origin of Tabacum*. Univ. Calif. Publ. Botany, 11, 245—256, 1928.
- [11] Greenleaf W. H. — *Sterile and fertile amphiploids. Their possible relation to the origin of Nicotiana tabacum*. Genetics, 26, 301—324, 1941a.
- [12] Harney P., Chow T. W. — *Crossability between some Pelargonium species*. Euphytica, 20, 286—290, 1971.
- [13] Horn W. — *Genetische Untersuchungen der Variation bei Zierpflanzen*. Gartenbauwissenschaft, 33, 317—333, 1968.
- [14] Kazubowska T. — *Studies in the chromosome numbers of the two species of Carduus L. from the Tatra Mts*. Acta Soc. Bot. Pol., 24, 189—196, 1955.
- [15] Kihara H. — *The origin of wheat in the light of comparative genetics*. Japan J. Genet., 40, 45—54, 1965.

- [16] Ladizinsky G., Zohary D. — Notes on the species dolomination, species relationship and poliploidy in *Avena* L. *Euphytica*, 203, 380—395, 1971.
- [17] Malik C. P. — Cytogenetic studies on the F_1 hybrids of *Lolium multiflorum* x *L. rigidum* and the species relationship in the genus *Lolium*. *Züchter*, 37, 261—264, 1967.
- [18] Małecka J. — Cytological studies in genus *Taraxacum*. *Acta Biol. Crac. Ser. Bot.*, 5, 117—136, 1962.
- [19] Mc Fadden E. S., Sears E. R. — The origin of *Triticum spelta* and its freethreshing hexaploid relatives. *J. Heredity*, 37, 81—89, 107—116, 1946.
- [20] Morinaga T. — Interspecific hybridization in *Brassica* VI. The cytology of F_1 hybrids of *B. juncea* and *B. nigra*. *Cytologia*, 6, 52—67, 1934.
- [21] Murawski H. — Die Bedeutung der Poliploidie für die Evolution der Pflaume. Die Bedeutung der Poliploidie für die Evolution und Pflanzenzüchtung. Tagungsbericht, 101, 93—107, 1970.
- [22] Müntzing A. — Outlines to a genetic monograph of the genus *Galeopsis*. *Hereditas*, 13, 185—344, 1930.
- [23] Nowacki E. — Systematics of *Genistae* in the light of chemical analysis. *Genetica Polonica*, 1, 119—143, 1960.
- [24] Nowacki E., Dunn D. B. — Shrubby California lupines and relationships suggested by alkaloid content. *Genetica Polonica*, 5, 47—56, 1964.
- [25] Olsson G. — Crosses within the *Campestris* group of the genus *Brassica*. *Hereditas*, 40, 398—418, 1961.
- [26] Olsson G. — Species crosses within the genus *Brassica* I. Artificial *B. juncea* Coss. *Hereditas*, 46, 171—223, 1960c.
- [27] Olsson G. — Species crosses within the genus *Brassica* II Artificial *B. napus* L. *Hereditas*, 46, 351—386, 1960d.
- [28] Percival J. — *The wheat plant*. London Duckworth 1921.
- [29] Pedersen M. W., Li Chung Wang — Modification of saponin content of alfalfa through selection. *Crop Sci.*, 11, 833—883, 1971.
- [30] Piotrowicz M. — Karyological studies in some species of the genus *Galium*. *Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.*, 1, 159—169, 1959.
- [31] Prasad M. V. R. — Studies on induced mutants with reference to species relationships in some tetraploid *Triticums*. *Theor. Appl. Genet.*, 42, 160—167, 1972.
- [32] Przybylska J., Nowacki E. — An attempt to apply a chromatographic analysis to free amino-acid in the taxonomy of the genus *Lathyrus*. *Genetica Polonica*, 2, 39—53, 1961.
- [33] Rudolf W. — Über die Erzeugung und die Eigenschaften synthetischer Raps-sorten. *Z. Pflanzenzüchtung*, 29, 35—54, 1950.
- [34] Schumann G. — Vergleichende Untersuchungen an poliploiden und diploiden *Lolium*-Arten. *Z. Pflanzenzüchtung.*, 59, 273—278, 1968.
- [35] Sheen J. — Polyphenol content, polyphenoloxylase activity in certain *Nicotiana* species, varieties and interspecific hybrids. *Theor. Appl. Genetics*, 40, 45—49, 1970.
- [36] Siddiqui K. A. — Extraction of AADD component of *Triticum aestivum* (AABBDD). *Hereditas*, 68, 151—158, 1971.
- [37] Siddiqui K. A. — Extraction of ancestral constituents of maternal polyploids III. Results of the second backcross of pentaploids (AABBD) and 34-chromosome plants to varieties and manosomics lines of *Triticum aestivum*. (AABBDD). *Hereditas*, 70, 129—134, 1972.
- [38] Siddiqui K. A. — Extraction of ancestral constituents of natural polyploids. IV. Extraction of tetraploids (AABB) from hexaploids (AABBDD) of *Triticum*. *Hereditas*, 71, 131—138, 1972.

- [39] Skalińska M. — *Studia cytologiczne nad florą Tatr*. Acta Biol. Cracov., 6, 203—223, 1963.
- [40] Skalińska M., Czapik R. — *Studies in the cytology of the genus Potentilla*. Acta Biol. Cracov. Ser. Bot., 1, 137—149, 1958.
- [41] Skieba K. — *Polyploidie bei Begonia semperflorens cultorum Krauss. Die Bedeutung der Polyploidie für die Evolution und die Pflanzenzüchtung*. Tagungsbericht, 101, 109—119, 1970.
- [42] Thompson W. P., Britten E. J., Harding C. J. — *The artificial synthesis a 42-chromosome species resembling common wheat*. Can. J. Res., 21, 134—144, 1943.
- [43] Urbńska K. — *The cytology of Antennaria carpatica and A. dioica*. Acta Biol. Cracov. Ser. Bot., 2, 43—49, 1959.
- [44] Weisło H. — *Cytological and embryological studies in Doronicum*. L. Bull. Acad. Pol. d. Sci. Ser. Bot., 147—166, 1962.
- [45] Webster G. T., Buckner R. C. — *Cytology and agronomic performance of Lolium-Festuca hybrids derivatives*. Crop Sci., 11, 109—112, 1971.

EWOLUCJA PSZENICY ZWYCZAJNEJ (*T. AESTIVUM*) I DZIAŁANIE CHROMOSOMU 5B

Rodzaj *Triticum* dzieli się na trzy grupy kariologiczne o 14, 28, 42 chromosomach [10]. Gatunki diploidalne mają dwa genomy, po siedem chromosomów w każdym, tetraploidalne — cztery, a heksaploidalne — sześć genomów. W wyniku krzyżowania gatunków diploidalnych z tetraploidalnymi powstają mieszańce, które tworzą w mejozie 7 biwalentów i 7 uniwalentów. Mają one zatem jeden wspólny genom oznaczony literą A. U mieszańców gatunków tetraploidalnych z heksaploidalnymi w mejozie powstaje 14 biwalentów i 7 uniwalentów. Wynika z tego, że pszenice tych dwóch grup kariologicznych mają dwa wspólne genomy oznaczone literami A i B. Pszenice heksaploidalne mają ponadto jeden dodatkowy genom oznaczony literą D. Stosunki pokrewieństwa w obrębie rodzaju *Triticum* można przedstawić następująco:

- pszenica diploidalna $2x = 14 = AA$
- pszenica tetraploidalna $4x = 28 = AABB$
- pszenica heksaploidalna $6x = 42 = AABBDD$

Z punktu widzenia teorii ewolucji pszenica tetraploidalna powstała przez krzyżowanie pszenicy diploidalnej z gatunkami pokrewnymi zawierającymi genom B. Mieszańce miały dwa genomy A i B. Wskutek zakłóceń w mejozie powstawały u nich prawdopodobnie gamety o niezredukowanej liczbie chromosomów, które po zapłodnieniu dawały tetraploidalne zygoty. Następnie w wyniku spontanicznego krzyżowania pszenic tetraploidalnych z trzecim gatunkiem diploidalnym, dawcą genomu D oraz podwojeniu liczby chromosomów u tego mieszańca, powstały gatunki heksaploidalne [10, 28, 30].

Diploidalne formy *Triticum* pod względem cytologicznym są dość stabilne. Riley i Bell [21] podają dowody cytologiczne i genetyczne, z których wynika, że dawcą genomu A była forma podobna do *Triticum thaoudar*.

Pochodzenie genomu D, występującego tylko u pszenic heksaploidalnych, ustalono dzięki pracy nad allotetraploidalnym gatunkiem *Aegilops cylindrica* [10]. Mieszańce *Ae. cylindrica* ($4x = 28$) z *Triticum aestivum* tworzą zwykle w mejozie 7 biwalentów i 21 uniwalentów. Analiza kariotypu *Ae. cylindrica* wykazała, że zawiera on genom C od *Ae. caudata* i genom D pochodzący od *Ae. squarrosa*. W mieszańcach *Ae. caudata* z *Triticum aestivum* chromosomy nie łączą się w pary i występują jako uniwalenty. Należy zatem przypuszczać, że genom C nie wchodzi w skład pszenic heksaploidalnych. Biwalenty w mieszańcach *Ae. cylindrica* x *T. aestivum* powstały zatem wskutek połączenia chromosomów w obrębie genomów D. Z tego wynika, że *Ae. squarrosa* był dawcą genomu D.

Pochodzenie genomu B jest dotychczas sprawą kontrowersyjną [12]. Peto [17], Matsumura [11] w oparciu o badania nad koniugacją chromosomów u mieszańców heksaploidalnych pszenic z gatunkami *Agropyron* sądzą, że genom B pochodzi od perzu. McFadden i Sears [13] początkowo uważali, iż dawcą genomu B był *Agropyron triticeum* Gaertn. Hipoteza ta uznawana była za słuszną do 1956 r. W tym bowiem roku Sarkar i Stebbins stosując metodę ekstrapolacji cech skorelowanych dla gatunków pszenic diploidalnych i tetraploidalnych wysunęli hipotezę, że dawcą genomu B był *Aegilops speltoides* [32]. Badania Searsa [33, 34] wykazały, że *Triticum aestivum*, jak wszystkie pszenice heksaploidalne, ma dwie pary chromosomów satelitowych o wyraźnych wtórnych przewężeniach. Obydwie pary tych chromosomów należą do genomu B i oznaczono je jako 1B i 6B. Riley, Unrau i Chapman [22] wykorzystując te badania przeprowadzili analizę kariotypów diploidalnych gatunków *Aegilops* i *Triticum aestivum*. Tylko *Ae. speltoides* i *Ae. mutica* miały dwie pary chromosomów o wyraźnych wtórnych przewężeniach. Inne gatunki wykluczyli jako możliwych dawców genomu B ponieważ mają tylko jedną parę chromosomów o dużych satelitach podobnych do pszenicy, a drugą ze znacznie mniejszymi satelitami. Badania Reesa [18] nad zawartością DNA u pszenicy i niektórych *Aegilops* potwierdzają hipotezę, iż dawcą genomu był *Ae. speltoides*.

Riley [10, 30] przypuszcza, że wszystkie diploidalne gatunki biorące udział w powstawaniu pszenicy zwyczajnej miały wspólnego praprzodka. Wskutek jego różnicowania powstała pewna liczba gatunków, z których każdy był przystosowany do określonego środowiska. Następnie trzy gatunki, a mianowicie *Triticum thaoudar*, *Ae. speltoides* i *Ae. squarrosa* wzięły udział w powstawaniu pszenicy heksaploidalnej.

Rodzaj *Aegilops*, a zwłaszcza przedstawiciele sekcji Sitopsis, jest blisko spokrewniony z rodzajem *Triticum* [3, 4, 23, 28]. Bowden [2] zaliczył je do plemienia *Triteae* i podplemienia *Triticine*. Riley i Chapman [10] krzyżując parami *Triticum monococcum*, *Ae. speltoides* i *Ae. squarrosa* stwierdzili, że u mieszańców, obok uniwalentów, występują również biwalenty. U niektórych mieszańców zachodzi nawet całkowite kojarzenie i w mejozie tworzy się 7 biwalentów. W syntetycznych, allotetraploidach otrzymanych z tych mieszańców tworzą się w mejozie multiwalenty. Ich obecność świadczy o koniugacji chromosomów niehomologicznych, co wskazuje na bliskie pokrewieństwo genomów pszenicy. Hipotezę tę potwierdziły badania Searsa, z których wynika duże podobieństwo genetyczne pomiędzy chromosomami należącymi do różnych genomów [33, 34]. Sears podzielił 21 par chromosomów pszenicy na 7 grup. W każdej grupie znajduje się 3 pary genetycznie podobnych chromosomów, należących do różnych genomów; nazwano je — homeologicznymi. Jednak pomimo pokrewieństwa genetycznego i cytologicznego, koniugacja meiotyczna pomiędzy nimi nie występuje. U pszenicy heksaploidalnej w mejozie koniugują tylko chromosomy homologiczne. Według Rilego [24], w czasie ewolucji heksaploidalnej pszenicy, nastąpiła prawdopodobnie jakaś modyfikacja, która zmieniła zdolność chromosomów homeologicznych do koniugacji. Na ten problem zwrócili uwagę Okamoto i Riley. Okamoto [15] krzyżował rośliny euploidalne i monotelocentryczne odmiany Chinese Spring z amfidiploidem (*Triticum aegilopoides* x *Aegilops squarrosa*). W badaniach zwrócił szczególną uwagę na mieszańce, u których brak było 5 chromosomu, z genomu B (5B). Okazało się, że 34-chromosomowe mieszańce odznaczały się znacznie lepszą koniugacją, niż rośliny u których

był obecny chromosom 5B. Okamoto wyjaśnia to w ten sposób, iż chromosom 5B odmiany Chinese Spring zawiera gen lub geny, decydujące o asynapsis, skąd koniugacja u 35 chromosomowych mieszańców jest bardzo słaba.

Riley [19, 20] prowadził badania nad koniugacją u różnych typów haploidów. Najbardziej interesujące okazały się nullihaploidy chromosomu 5B. Obserwowano u nich wyraźny wzrost koniugacji. W metafazie u euhaploidów średnia liczba biwalentów na jedną komórkę wynosiła 1,38 (tabela 1). U nullihaploidów chromosomu 5 wyraźnie wzrosła liczba biwalentów, obserwowano również multiwalenty, których obecność jest uwarunkowana przypadkowym sinapsis względnie homeologiczną koniugacją między chromosomami 3 genomów. Jednak sposób koniugacji, a szczególnie wysoka częstotliwość triwalentów u nullihaploidów 5B wskazują, iż hipoteza homeologicznych połączeń jest najbardziej prawdopodobna. Sprawdzono ją doświadczalnie korzystając ze wzajemnych translokacji, które powstają w wyniku niehomologicznych rekombinacji u roślin nullisomicznych dla 5-chromosomu. Określenie chromosomów objętych translokacją prowadzi do identyfikacji homeologów włączonych w niehomologiczną koniugację. W tym celu Riley i Kempnana [26] krzyżowali rośliny nullisomiczne 5B i tetrasomiczne 5D z euploidami. W F_1 selekcjonowano translokowane heterozygoty. Częstotliwość translokacji określano na podstawie liczby tetrawalentów i triwalentów. Następnie pokolenie F_2 krzyżowano z liniami monotelocentrycznymi i w mejozie badano potomstwo mieszańców. Jeśli chromosom telocentryczny był włączony w biwalent i tworzył heteromorficzny pręt, to był to sprawdzian, że określony chromosom nie uczestniczył w translokacji. Natomiast włączenie telocentryka w multiwalent świadczy, że dany chromosom jest objęty translokacją. Dla stwierdzenia, pomiędzy którymi chromosomami zaszła translo-

Tabela 1

Koniugacja chromosomów w metafazie I u haploidów i mieszańców pszenicy z udziałem i bez chromosomu 5B (wg Rilego)

Roślina	Liczba chromosomów	Chromosom 5B	Liczba analizowanych komórek	Średnio na 1 komórkę			
				uniwalenty	biwalenty	Triwalenty	Kwadrivalenty
Euhaploid	21	jest	100	18,05	1,38	0,07	—
Nullihaploid	20	brak	75	9,02	4,16	0,86	0,02
Ch.Spring × <i>Ae.longissima</i>	28	jest	100	23,96	1,96	—	—
Ch.Spring × <i>Ae.longissima</i>	27	brak	100	9,85	6,45	0,87	0,41
Ch.Spring × <i>Ae.speltoides</i>	28	jest	100	4,88	6,39	2,04	1,03
Ch.Spring × <i>Ae.speltoides</i>	27	brak	60	6,52	5,67	1,55	1,08
Ch.Spring × <i>S.cereale</i>	28	jest	100	25,26	1,37	—	—
Ch.Spring × <i>S.cereale</i>	27	brak	100	17,83	2,82	0,89	0,15

kacja odpowiednie rośliny krzyżowano z liniami ditelocentrycznymi. Celem tych krzyżowań było uzyskanie mieszańców z dwoma różnymi telocentrykami. Występowanie dwóch telocentryków w tym samym multivalencie wskazuje, iż między nimi zaszła rekombinacja. Z badań tych wynika, iż wszystkie translokacje zachodzą pomiędzy chromosomami homeologicznymi.

Riley i Chapman [23, 25] sugerują, że mechanizm genetyczny, który hamuje koniugację homeologów jest prawdopodobnie odpowiedzialny za brak synapsis pomiędzy chromosomami pszenicy i pokrewnych gatunków np.: *Aegilops* i *Secale*. W międzyrodzajowych mieszańcach, u których brak jest chromosomu 5B powinna zachodzić koniugacja pomiędzy chromosomami tych gatunków. Tę hipotezę sprawdzono poprzez krzyżowanie linii monosomicznych pszenicy chromosomu 5B ($6x = 41$) z *Ae. longissima* i *Secale cereale*. Zachowanie się chromosomów w mieszańcach przedstawiono w tabeli 1. Rośliny monosomiczne tworzyły gamety z 20 lub 21-chromosomami, które w połączeniu z męskimi gametami *Aegilops* lub *Secale* dawały 28 lub 27-chromosomowe mieszańce. U 28-chromosomowych mieszańców, z *Ae. longissima* na jedną komórkę przypadało średnio 1,96 biwalenta. W 27-chromosomowych mieszańcach wyraźnie wzrosła liczba biwalentów, obserwowano również triwalenty i tetrawalenty. Średnia liczba uniwalentów była prawie taka sama jak u 20-chromosomowych haploidów, co przemawia za koniugacją chromosomów *Ae. longissima*. Porównując z nullihaploidami średnia liczba biwalentów wzrosła prawie dwa razy, kwadriwalentów 20 razy, podczas gdy triwalentów była taka sama. Kwadriwalenty powstały prawdopodobnie z połączenia 3 homeologicznych chromosomów pszenicy z chromosomami *Ae. longissima*.

Stopień koniugacji u 28-chromosomowych mieszańców z żytem nie był wyższy niż u euhaploidów, co dowodzi o braku synapsis pomiędzy chromosomami żyta i pszenicy. U 27-chromosomowych mieszańców średnia liczba triwalentów była taka sama, jak u nullihaploidów, ale wzrosła liczba kwadriwalentów. Kwadriwalenty powstały natomiast z połączenia homeologicznych chromosomów pszenicy z określonymi chromosomami żyta. Obecność kwadriwalentów dowodzi, że przy braku chromosomu 5B, mogą koniugować chromosomy żyta i pszenicy. W 27-chromosomowych mieszańcach pszenicy z żytem obserwowano połączenia złożone z 11 chromosomów, które powstały prawdopodobnie wskutek, tego, że między chromosomami żyta i homeologami pszenicy nie zawsze istnieje pełne podobieństwo. Niekiedy pojedynczy chromosom żyta wykazuje homeologię z dwiema grupami homeologicznymi pszenicy. Przypuszczenia te potwierdziły w pełni późniejsze badania Gupty i innych [8, 9, 35].

Wykorzystując mieszańce pomiędzy *Triticum aestivum* i *Ae. cylindrica*, u których brak było całego chromosomu 5B lub któregoś z jego ramion, Riley wykazał, że regulacja genetyczna ogranicza się tylko do dłuższego ramienia. Później ustalono, że aktywność genetyczna piątego chromosomu pochodzi od pojedynczego locus oznaczonego przez Ph (Pairing homoeologus), ulokowanego distalnie na dłuższym ramieniu [27, 28, 37].

W wypadku braku chromosomu 5B u pszenicy zachodzi koniugacja pomiędzy homeologami, jak również homologami. Koniugacja mejotyczna nie jest wynikiem zmiany częstości chiazm. Liczba wytwarzanych chiazm może się często nawet zmniejszać. Działanie mechanizmu genetycznego polega na modyfikacji procesów, które zapoczątkowują koniugację. W obecności chromosomu 5B homeologiczne podobieństwo jest niewystarczające dla występowania koniugacji [10, 30]. Feldman [7] Feldman,

Mello-Sampayo i Sears [6] uważają, że chromosom 5 modyfikuje układ połączeń w komórkach somatycznych, które mogą decydować o koniugacji w mejozie. Badacze ci obserwowali w komórkach somatycznych sposób ułożenia homologicznych i niehomologicznych telocentryków oraz telocentryków z tego samego chromosomu. Telocentryki homologiczne, lub z przeciwnych ramion wykazują tendencję do układania się obok siebie. Natomiast niehomologiczne, układają się w metafazie mitozy w pewnej odległości. Feldman [6, 7] przypuszcza, że kiedy chromosom 5B jest obecny, połączenia somatyczne tworzą tylko homologi i wskutek tego w mejozie obserwuje się biwalenty. W komórkach, gdzie brak jest tego chromosomu, homeologi układają się bliżej siebie niż homologi. Według Feldmana chromosom 5B zawiera gen, który hamuje powstawanie połączeń premejotycznych i w ten sposób związany jest z koniugacją w mejozie. Z drugiej strony pozostałe chromosomy 5 grupy homeologicznej mają geny promotory premejotycznych połączeń.

Według Rilego wszystkie chromosomy 5 grupy homeologicznej uczestniczą w regulacji synapsis [29]. Analizował on koniugację w mejozie w temperaturze 12°C, 20°C i 28°C u roślin euploidalnych, nullisomicznych i tetrasomicznych chromosomów 5 grupy homeologicznej. U roślin nullisomicznych 5D ($6x = 40$) w temperaturze 12°C, obserwował wyraźnie słabszą koniugację. Z tego wynika, że ten chromosom warunkuje synapsis w niskich temperaturach. Podobnie rośliny nullisomiczne 5D i tetrasomiczne 5B (nulli-5D tetra-5B) ($6x = 42$) miały słabszą koniugację. Natomiast rośliny nulli-5D tetra-5A ($6x = 42$) odznaczały się koniugacją normalną. Wzrastająca dawka chromosomu 5B w pierwszym przypadku nie kompensuje braku chromosomu 5D, a więc aktywność chromosomu 5B nie koresponduje z aktywnością chromosomu 5D. Normalna koniugacja, nawet w niskich temperaturach, u nulli-5D, tetra-5A wskazuje, że chromosom 5A kompensuje ubytek chromosomu 5D. Chromosom 5A spełnia zatem podobną funkcję przy regulacji koniugacji w niskich temperaturach, jak chromosom 5D. Badania wykazały, że genetyczna aktywność chromosomu 5A jest znacznie słabsza niż jego homeologa 5D. Ze względu na rolę chromosomu 5D w normalnej koniugacji w niskich temperaturach u pszenicy heksaploidalnej, wydaje się, interesujące określenie reakcji na obniżone temperatury u gatunków tetraploidalnych. W Cambridge analizowano przebieg metafazy I u dwóch tetraploidalnych gatunków tj.: *Triticum dicoccoides* i *T. carthlicum* w temperaturze 12°C, 20°C i 28°C. Okazało się, iż mimo braku chromosomu 5D w niskich temperaturach, występuje normalny synapsis. U tetraploidów prawdopodobnie chromosom 5A odgrywa większą rolę niż u *T. aestivum*. U pszenic tetraploidalnych spełnia on taką rolę jak chromosom 5D u heksaploidów.

U gatunków heksaploidalnych koniugacja jest częściowo regulowana przez inne chromosomy, a mianowicie 2A, 3B, 3A i 3D [29]. Mello-Sampayo stwierdził, że brak chromosomu 5B w większym stopniu wpływa na wzrost multiwalentów niż chromosomu 3D [14].

Przed omówieniem znaczenia mechanizmu genetycznego chromosomu 5B należy zwrócić uwagę na jego genezę. Jak już wspomniałam, chromosom 5 wchodzi w skład genomu B pochodzącego prawdopodobnie od *Ae. speltoides*. Zachodzi pytanie, czy kontrolowanie przebiegu mejozy przez ten sam chromosom u *T. aestivum* i *Ae. speltoides* jest podobne. Problem ten wyjaśniły prace Rilego [25, 28, 30]. Analiza normalnych i monosomicznych mieszańców *T. aestivum* z *Ae. speltoides* i *Ae. logissima* wykazała, że *Ae. speltoides* zawiera gen, który hamuje działanie locus Ph na

chromosomie 5B *T. aestivum*. W mieszańcach niezależnie od obecności chromosomu 5B — *T. aestivum*, obserwowano multiwalenty. Późniejsze prace wykazały, że w obrębie sekcji Sitopsis, oprócz *Ae. speltoides* podobne działanie wykazuje *Ae. mutica* [3, 4]. Według Rilego rola tego chromosomu jest wynikiem zmiany funkcji po jego włączeniu do pszenicy tetraploidalnej. Jest bardzo prawdopodobne iż zaszła mutacja genu ze stanu dominującego w recesywny. Mutant odznaczał się większą stabilnością genetyczną i płodnością, miał znaczną przewagę w populacji form tetraploidalnych. Gatunki tetraploidalne przekazały mutację chromosomu 5 heksaploidom łącznie z *T. aestivum* [10, 28].

Ostatnie badania rzucają nowe światło na pochodzenie mechanizmu diploidyzującego u heksaploidalnej pszenicy. Ciekawe badania prowadzi w Cambridge G. A. Dover [3, 4, 36]. Obserwacje nad mieszańcami pszenicy z *Ae. mutica* wykazały, że mogą one segregować i dawać formy o różnym stopniu koniugacji. W ten sposób Dover wyróżnił 4 grupy roślin, u których średnia liczba chiazm na jedną komórkę wynosiła 1,51; 4,13; 7,06; 12,91. Na tej podstawie autor sugeruje, iż *Ae. mutica* zawiera prawdopodobnie w dwóch loci po dwa allele, odpowiadające za stopień homeologicznej koniugacji. Autor przypuszcza, że grupy roślin z mniejszą liczbą chiazm mają allele, które nie tłumią efektu genu Ph, lecz same aktywnie hamują homeologiczną koniugację. Chcąc wyjaśnić ten problem Dover krzyżował euploidy i monosomy 5B z formami *Ae. speltoides* i *Ae. mutica*, które mają dodatkowe chromosomy typu B. W obecności 5B i chromosomów dodatkowych obserwował segregację roślin w kierunku 4 grup. Mieszańce, u których brak było chromosomu 5 nie segregowały i wszystkie wykazywały niski stopień koniugacji. Autor wyciąga stąd wniosek, że chromosomy dodatkowe kompensują obecność chromosomu 5B. Podobny wpływ dodatkowych chromosomów na przebieg homeologicznej koniugacji obserwował Evans i Macefield u diploidalnych i tetraploidalnych mieszańców *Lolium temulentum* x *Lilium perenne* [5].

Badania przeprowadzone w Cambridge wskazują, że dodatkowe chromosomy *Ae. mutica* i *Ae. speltoides* hamują homeologiczną koniugację i w związku z tym mają podobne działanie jak chromosom 5B. Prace te, chociaż jeszcze nie zakończone, zmieniają dotychczasowe poglądy na pochodzenie mechanizmu genetycznego chromosomu 5B. Wysunięto hipotezę, że w ewolucji pszenicy mogło nastąpić translokacyjne włączenie pewnych segmentów chromosomów dodatkowych do normalnych, typu A i to dało początek obecnej aktywności chromosomu 5B. Chociaż brak jest jeszcze dowodów na istnienie koniugacji pomiędzy chromosomami dodatkowymi i 5B, to jednak tylko one wykazują podobną aktywność.

Z dalszych badań nad działaniem chromosomu 5B wynika, że locus PH nie jest homozygotyczny [30, 37]. W tym celu nasiona roślin ditelocentrycznych z chromosomem 5B traktowano EMS. Dla stwierdzenia mutacji Ph locus, traktowane rośliny krzyżowano z żytem. Jak wiadomo, w normalnych warunkach u takich mieszańców powstają w mejozie uniwalenty. Tylko przy braku chromosomu 5B zachodzi homeologiczna koniugacja. Wśród przebadanych 2935 mieszańców wyselekcjonowano kilka mutantów. U roślin tych, mimo obecności długiego ramienia chromosomu 5B w mejozie obserwowano multiwalenty. Z tego wynika, że można otrzymać mutację, która umożliwia koniugację chromosomów homeologicznych u pszenicy. Wstępne badania wykazały, że taki mutant może być pożyteczny w hodowli *Triticale*. Nowe kreacje *Triticale* różniące się tylko locusem Ph mogłyby być bardzo cenne. Ze wstępnych badań wynika, iż

u *Triticale* ze zmutowanym locusem Ph mejoza przebiega bardziej regularnie niż u roślin normalnych [16].

Możliwość allosyndetycznej koniugacji u międzygatunkowych mieszańców, u których brak jest chromosomu 5B, otwiera duże możliwości dla inkorporacji genów od innych gatunków do chromosomów pszenicy. Uzyskanie przez Rilego odmiany Compair jest przykładem wprowadzenia do pszenicy genów odporności na różne rasy rdzy żółtej od *Ae. comosa*, przy wykorzystaniu chromosomu 5B [31]. Pierwszym etapem było uzyskanie linii pszenicy z dodanymi chromosomami *Ae. comosa*. Okazało się, że wyraźną odpornością odznaczała się liniaznaczona jako 2M (przez M określa się genom *Ae. comosa*). Chromosom z *Ae. comosa* w obecności chromosomu 5B nie mógł koniugować z homeologami pszenicy w wyżej wspomnianej linii. Dla indukowania homeologicznej koniugacji linię monosomiczną 2M krzyżowano z *Ae. speltoides*, który jak wspomniałam wcześniej zawiera inhibitor locus Ph. Uzyskanego mieszańca oznaczono jako CS/2M — *speltoides*. Następnie krzyżowano go wstecznie z odmianą Chinese Spring i uzyskano kilka roślin, u których w mejozie obserwowano 21 biwalentów. Rośliny te były wyraźnie odporne na rdzę. W potomstwie heterozygot uzyskano osobniki homozygotyczne, które w krzyżowaniu z Chinese Spring albo innymi odmianami dawały mieszańce genetycznie stabilne i odporne na rdzę. W F_2 obserwowano natomiast rozszczepienie w stosunku 3 : 1. Na trzy osobniki odporne jeden był wrażliwy. Badania nad homeologią chromosomów wykazały, że chromosom 2M można podstawić na miejsce drugiej grupy homeologicznej. Najlepsze wyniki uzyskano przy substytucji chromosomu 2M na miejsce 2D *T. aestivum*. Z tego wynika, że chromosom 2M *Ae. comosa* i 2D *T. aestivum* są w dużym stopniu podobne. Odmiana Compair jest zatem homozygotą, uzyskaną w wyniku rekombinacji chromosomów 2M *Ae. comosa* i 2D *T. aestivum*. Zrekombinowany chromosom oznaczono jako 2M/2D. Z badań nad mieszańcami linii 2M z odmianą Compair wynika, iż u Compair istotnie znajduje się materiał genetyczny *Ae. comosa*. W mejozie obserwowano 20 biwalentów i 1 triwalent, który potwierdza wcześniejszą rekombinację pomiędzy chromosomami 2M/2D.

Mechanizm genetyczny chromosomu 5B ma wpływ na płodność pszenicy [10]. Dzięki obecności chromosomu 5B pszenica zachowuje się jak gatunek diploidalny. Hamując koniugację homeologów i ograniczając ją tylko do homologów, chromosom ten spowodował disomiczną segregację, która decyduje w dużym stopniu o wysokiej stabilności genetycznej i płodności. Wysoka płodność i plenność oraz stałość genotypu są niezbędnymi cechami rośliny uprawianej na nasiona. Można zatem stwierdzić, że rozwój pszenicy uprawnej zależał od chromosomu 5B, bez którego pszenica poliploidalna nie osiągnęłaby znaczenia w rolnictwie.

LITERATURA

- [1] Bielig L., Driscoll J. — *Production of alien substitution lines in Triticum aestivum*. Canadian Journal of Genetics and Cytology. 13, 426—436, 1971.
- [2] Bowden W. — *The taxonomy and nomenclature of the wheats, barleys and ryes and their wild relatives*. Canad. J. Bot. 37, 657, 1959.
- [3] Dover G., Riley R. — *Variation at two loci affecting homoeologous meiotic chromosome pairing in Triticum aestivum x Aegilops mutica hybrids*, Nature. 235, 61—62, 1972.

- [4] Dover G., Riley R. — *Prevention of pairing of homoeologous meiotic chromosomes of wheat by an activity of supernumerary chromosomes of Aegilops*. Nature 240, 159—161, 1972.
- [5] Evans G., Macefield A. — *Suppression of homoeologous pairing by B chromosomes in a Lolium species hybrid*. Nature 236, 110—111, 1972.
- [6] Feldman M., Mello-Sampayo T., Sears E. — *Somatic association in Triticum aestivum*. Proceedings of the National Academy of Sciences. 56, 1192—1199, 1966.
- [7] Feldman M. — *The regulation of the chromosome pairing in inter- varietal inter- specific and inter- generic hybrids of common wheat*. EWAC, 3, 2—4, 1970—1971.
- [8] Gupta P. — *Homoeology of a rye (Secale cereale var. Dakold) chromosome*. Wheat Information Service. 27, 13—15, 1968.
- [9] Gupta P. — *Homoeologous relationship between wheat and rye chromosomes-present status*. Genetica 42, 1971.
- [10] Hutchinson J. — *Ewolucja roślin uprawnych*. PWRiL, W-wa 1969.
- [11] Matsumura S., Muramatsu H. — *F₁ hybrids between three species of Triticum and Agropyron intermedium*. Wheat Information Service 4, 14—16, 1956.
- [12] Kimber G., Larsen J. — *The B-genome of polyploid wheat*. Cereal research communications 1, 17—26, 1973.
- [13] McFadden E., Sears E. — *The origin of Triticum spelta and its free-threshing hexaploid relatives*. J. Heredity 37, 107—116, 1946.
- [14] Mello-Sampayo T. — *The position and effect of the chromosome pairing suppressor carried by chromosome 3D of common wheat*. EWAC 3, 5—7, 1970—1971.
- [15] Okamoto M. — *Asynaptic effect of chromosome V*. Wheat Information Service 5, 6, 1957.
- [16] Ottowska D. — *Instytut hodowli roślin w Cambridge*. Postępy Nauk Rolniczych, 3, 140, 121—130, 1973.
- [17] Peto F. — *Hybridization of Triticum and Agropyron. II. Cytology of the male parents and F₁ generation*. Canad. J. Res. 14, 203—214, 1936.
- [18] Rees H., Walters M. — *Nuclear DNA and the evolution of wheats*. Heredity 20, 73—82, 1965.
- [19] Riley R. — *Chromosome pairing and haploids in wheat*. Proc. Tenth Int. Congr. Genet. II, 234—235, 1958.
- [20] Riley R., Chapman V. — *Genetical control of the cytologically diploid behaviour of hexaploid wheat*. Nature 182, 713—715, 1958.
- [21] Riley R., Bell G. — *The evaluation of Synthetic species*. Proc. First Int. Wheat Genet. Symp. 161, 1958.
- [22] Riley R., Unrau J., Chapman V. — *Evidence of the origin of the B genome of wheat*. J. Heredity 49, 91—98, 1958.
- [23] Riley R., Chapman V., Kimber G. — *Genetic control of chromosome pairing in intergeneric hybrids with wheat*. Nature 183, 1244—1246, 1959.
- [24] Riley R. — *The diploidisation of polyploid wheat*. Heredity 15, 407—429, 1960.
- [25] Riley R., Kimber G., Chapman V. — *The origin of genetic control of diploid-like meiotic behaviour of polyploid wheat*. J. Heredity 52, 22—26, 1961.
- [26] Riley R., Kempanna C. — *The homoeologous nature of the nonhomologous meiotic pairing in Triticum aestivum deficient for chromosome V (5B)*. Heredity 18, 287—306, 1963.
- [27] Riley R., Chapman V. — *The effects of deficiency of the long arm of chromosome 5B on meiotic pairing in Triticum aestivum*. Wheat Information Service 17, 12—15, 1964.

- [28] Riley R., Law C. — *Genetic variation in chromosome pairing*. Advances in Genetics 13, 57—114, 1965.
- [29] Riley R., Chapman V., Young R., Belfield M. — *Control of meiotic chromosome pairing by the chromosomes of homoeologous group 5 of Triticum aestivum*. Nature 212, 1475—1477, 1966.
- [30] Riley R. — *Theoretical and practical aspects of chromosome pairing*. Genetica Agraria XXI, 111—128, 1967.
- [31] Riley R. — *Introduction of genetic variation from Aegilops comosa*. EWAC, 1, 41—42, 1967—1968.
- [32] Sarkar P., Stebbins G. — *Morphological evidence concerning the origin of the B genome in wheat*. Amer. J. Bot. 43, 297—304, 1956.
- [33] Sears R. — *The aneuploids of common wheat*. Mo. Expe. Sta. Res. Bull. 572, 1—59, 1954.
- [34] Sears R. — *Wheat cytogenetics*. Ann. Rev. Genet. 3, 451—458, 1969.
- [35] Sears R. — *Relationship of chromosomes 2A, 2B, 2D, with their rye homoeologue*. Proceedings of the third International Wheat Genetic Symposium. Butterworth and Co. Ltd. London 1969.
- [36] Vardi A., Dover G. — *The effect of B chromosomes on meiotic and pre-meiotic spindles and chromosome pairing in Triticum/Aegilops hybrids*. Chromosoma 38, 1—25, 1972.
- [37] Wall A., Riely R., Chapman V. — *Wheat mutants permitting homoeologous meiotic chromosome pairing*. Genet. Res. Camb. 18, 312—328, 1971.

PROCES STARZENIA SIĘ U OWADÓW I ROZTOCZY

Badania nad starzeniem się organizmów rozpoczęły się na dobre dopiero w XX wieku. Początkowo dotyczyły wyłącznie człowieka. Przy końcu XIX wieku dożywalność ludności Europy wynosiła zaledwie 42 lata, a więc ludzi starych było wtedy bardzo niewiele. Rozwój higieny i medycyny sprawił, że w XX wieku dożywalność zaczęła szybko wzrastać. Wzrasta więc problem ludzi starych i stąd następuje rozwój gerontologii.

Badania nad starzeniem się, a więc nad zmianami następującymi z wiekiem w strukturze i funkcji komórek, tkanek i organów, prowadzące do śmierci organizmu można przeprowadzać na człowieku w ograniczonym zakresie. Dlatego włączono jako obiekt doświadczalny do tych badań także zwierzęta a głównie gryzonie i owady. Przeglądając pierwsze powstałe na świecie czasopismo z tego zakresu, *Journal of Gerontology* (wydawany od 1946 r. w Stanach Zjednoczonych Am. Półn.) stwierdzamy w miarę upływu lat, jak zresztą i w innych czasopismach gerontologicznych ostatnio uruchamianych (*Experimental Gerontology*, *Gerontologia*, *Advances in Gerontological Research*) coraz więcej prac przeprowadzanych na owadach. Dzieje się tak dlatego, że wykorzystując owady możemy wielokrotnie powtarzać doświadczenia na wielu osobnikach, które uzyskać można w małych pomieszczeniach, tanio. Owady żyją krótko, stąd w krótkim terminie można przebadać szereg pokoleń, ewentualnie — genetycznie czyste rasy. Ponieważ owady są zwierzętami poikilotermicznymi, stąd można dokładnie na nich badać wpływ temperatury, a utrzymując stałe warunki temperatury, wilgotności, pożywienia, można uzyskać wyrównane populacje w czasie. Równocześnie owady wykazują ogromną zmienność w sposobach żerowania, w wymaganiach środowiskowych, reakcje na czynniki zewnętrzne, co pozwala dobierać do badań odpowiednie gatunki i analizować poszczególne aspekty zmian tych organizmów w czasie. Dokładność dzisiejszych metod analiz chemicznych pozwala natomiast na śledzenie zmian zachodzących w organizmie tak małych zwierząt jakimi są owady. Podobnie wygodnym obiektem dla badań gerontologicznych wydają się być niektóre roztocze, których rozwój pokolenia trwa bardzo krótko, są małe i hodowla ich jest prosta.

Owady i roztocze mają stałą liczbę komórek ciała. Komórki ciała ich imagines nie dzielą się, nie są zdolne do regeneracji. Stąd organizmy te wykazują typowe objawy starzenia się [53].

1. TEORIE DOTYCZĄCE STARZENIA

Procesy starzenia się są złożone i uzależnione od szeregu czynników. Na całkowite ich wyjaśnienie musimy jeszcze poczekać. Aktualnie istnieją dwie grupy teorii starzenia się. Pierwsza z nich utrzymuje, że przypad-

kowe uszkodzenia komórek są główną przyczyną zjawisk starzenia się kończących się śmiercią (random theory). Druga grupa teorii zakłada, że procesy starzenia się są kontrolowane przez genom i czynniki środowiska (control theory) [33]. Teorie te nawzajem się nie wykluczają i nie wyjaśniają ostatecznie tych procesów.

Długość życia zwierząt zmiennotermicznych, a więc także stawonogów zależy od temperatury. Żyją one dłużej w niższych temperaturach. Dla wyjaśnienia tych zależności sformułowano dwie teorie (1) określana mianem „tempa życia” (Rate of living) [48], (2) teoria progowa (Threshold theory) [41]. Zgodnie z pierwszą teorią procesy starzenia się, podobnie jak reakcje chemiczne, są szybsze w wyższych temperaturach. Należałoby przypuszczać, że wobec tego osobnik żyjący w wysokiej temperaturze, przeniesiony na pewien okres do temperatury niższej, będzie żył odpowiednio dłużej. Doświadczalnie tego jednak w wielu przypadkach nie potwierdzono. Z wiekiem następuje spadek żywotności i tempo starzenia się jest takie samo w różnych temperaturach. Stąd powstała druga teoria. Według niej śmierć następuje, gdy żywotność spada poniżej pewnej wartości progowej, której poziom zależy od temperatury, w której osobnik żyje i która odpowiada poziomowi żywotności koniecznej dla przeżycia w tej temperaturze. Różnice w dożywalności w różnych temperaturach są stąd spowodowane nie przez różnice w tempie samego procesu starzenia się, lecz na skutek różnic wartości progowej poniżej której żywotność nie może spadać, jeśli organizm ma żyć. Stąd wyróżniono dwie fazy: (a) starzenia się i (b) zamierania. Starzenie się jest nieodwracalnym procesem, którego tempo jest niezależne od temperatury (przynajmniej w zakresie temperatur rozwojowych) i który prowadzi do stałego spadku żywotności osobnika. Kiedy żywotność spada poniżej pewnego progu, następuje faza śmierci. Poziom tego progu zależy od temperatury, jest niższy w niższych temperaturach [13]. A więc różnice w poziomie progu, a nie w stopniu starzenia się decydują o dożywalności w danej temperaturze. Proces zamierania następuje w tempie zależnym od temperatury i kończy się śmiercią. Może on być wstrzymany u osobników przeniesionych do niższych temperatur.

Gromadzenie materiału doświadczalnego spowodowało krytykę obu tych teorii. Obie są modyfikowane, gdyż jak się okazało, np. zmienne temperatury inaczej oddziaływały na samice a inaczej na samce u *Drosophila*. Samce były bardziej wrażliwe na zmiany temperatury i ich starzenie się i dożywalność można było przewidzieć według teorii „tempa życia”, dożywalność samic natomiast zgadzała się z przewidywaniami teorii „progowej” [26, 30]. To nie znaczy, że obie te teorie są złe. Są one tylko za proste, aby mogły wyjaśnić tak skomplikowane zjawisko jakim jest starzenie się. Analizując dane uzyskane z konkretnymi gatunkami najczęściej po prostu zapomina się o wielu zmiennych, które wywierają wpływ na przebieg procesów starzenia się, np. wiek rodziców, ich cechy morfologiczne i fizjologiczne, długość rozwoju preimaginalnego, wielkość osobników których mierzy się dożywalność itd. [33].

Clark i Rockstein [12] dzielą teorie wyjaśniające proces starzenia się według czynników wpływających na ten proces: (1) czynniki genetyczne, (2) czynniki środowiskowe. Czynniki genetyczne to: (a) zatrzymanie wzrostu i brak komórek młodych, powstałych z podziału, które zastępują komórki stare, obumierające, (b) brak substancji juvenilnych lub wzrostowych, (c) wzrost produkcji lub kumulacji substancji towarzyszącej starości w komórkach i organach, (d) zanik ważnych substancji w metaboliz-

mie, (e) gromadzenie się substancji szkodliwych dla starzejącego się organizmu.

Czynniki środowiskowe to przede wszystkim: (a) różne promieniowania, (b) efekty patologiczne, (c) takie czynniki jak temperatura, wilgotność, pokarm, światło. Oczywiście starzenie się jest wynikiem równorzędnego oddziaływania obu grup tych czynników. Genotyp decyduje o oddziaływaniu organizmu na czynnik środowiska.

2. PRZEJAWY STARZENIA U OWADÓW

Każdy gatunek zwierzęcia ma w określonych warunkach charakterystyczną długość życia. Długość życia owadów bardzo znacznie się różni. Jętki żyją jeden dzień, liczne motyle 60 dni, niektóre chrząszcze nawet 10 lat a niektóre termyty nawet 25 lat. Dobierając odpowiednio warunki środowiska można nawet 5-krotnie skracać lub wydłużać średnią długość życia gatunku. A więc muchówka żyjąca średnio 1 miesiąc w sprzyjających warunkach może dożywać nawet 5 miesięcy. Poszczególne płci, rasy, populacje danego gatunku mogą się znacznie różnić pod względem średniej długości życia. Jest to więc cecha charakteryzująca populację. Można oczekiwać określonej długości życia dla populacji ale nie można jej przewidywać dla osobnika.

W miarę upływu czasu życia osobnika następują w jego komórkach, tkankach i organach zmiany w strukturze i funkcji, które prowadzą do obniżania się zdolności przeżycia i do śmierci. Te zmiany dotyczą różnych zjawisk:

(a) Zmniejszanie się liczby komórek. W licznych pracach stwierdzono, że liczba komórek w tkankach, zwłaszcza w tkance nerwowej i w mięśniach zmniejsza się z wiekiem. Liczba neuronów płatu czułkowego mózgu starej pszczoły miodnej zmniejsza się do $1/3$ a liczba wszystkich komórek mózgu zmniejsza się stopniowo osiągając 65% liczby pierwotnej u pszczoł starych, 65—75 dniowych [50].

b) Zdolność i aktywność lotu owadów maleje z wiekiem. Aktywność lotu muchy domowej zanika w końcu drugiego tygodnia życia, u *Drosophila funebris* w końcu trzeciego tygodnia życia. Aktywność ta jest skorelowana z obecnością glikogenu w mięśniach i w ciele tłuszczowym. Ilość glikogenu jest najwyższa u najbardziej aktywnych, młodych much. U licznych owadów, u starych osobników stwierdzono także zanik ciała tłuszczowego [12].

c) Zewnętrzny wygląd owadów starych zmienia się. Kutikula staje się matowa, ciemniejsza, jest podrapana, szczecinki są połamane, wiele z nich brak. Skrzydła są postrzępione, również matowieją.

d) Z wiekiem następują u owadów zjawiska kumulacji w komórkach i tkankach. Produkty metabolizmu gromadzą się w komórkach cewek Malpighiego, w enocytach, w komórkach ciała tłuszczowego i różnych gruczołów. Gromadzą się pigmenty, moczany i inne produkty metabolizmu i stąd tkanki ciemnieją, cewki Malpighiego stają się mniej elastyczne, gruczoły produkują mniej wydzielin.

e) Owady stare wykazują inne zachowanie się. Obserwuje się mniejszą lub większą reaktywność i pobudliwość na bodźce. Ich loty stają się ociężałe, powolne, skrócone. Obserwowano także u starych owadów intensywniejsze ruchy oddechowe po odbytym locie.

f) Te różne zmiany anatomiczne, histologiczne i w zachowaniu się są oczywiście wynikiem zmian w metabolizmie na poziomie komórkowym i subkomórkowym, przede wszystkim w układzie enzymatycznym. Aktywność wielu enzymów i ich ilość z wiekiem obniża się. Zmiany te opisano dla tak ważnych enzymów jak: alfa-glicerofosforano-dehydrogenaza, oksydaza-cytochromowa i adenozy-no-tróffosfataza [12].

Rockstein [50] stwierdził u pszczoły miodnej z wiekiem degeneracyjne zmiany w metabolizmie fosforu.

Według Clarke'a i Smitha [14] u starych much *Drosophila subobscura* synteza białka jest 2-krotnie większa niż u much młodych. Większe straty białka u much starszych mogą wynikać według nich — albo ze zmian fizycznych i chemicznych w środowisku komórki bądź też uszkodzenia mechanizmu syntezy białka, produkcji białka o niewłaściwej sekwencji aminokwasów. Ten zanik równowagi w produkcji białka może być efektem obniżonej zdolności jego syntezy lub raczej zwiększonych strat białka.

Harrison i Holliday [23] uważają, że zaburzenia w syntezie białek mogą decydować o procesie starzenia się. Autorzy ci traktowali larwy *Drosophila* analogami aminokwasów powodującymi zaburzenia w syntezie białek. Uzyskali wtedy skrócenie życia imagines much. Przypuszczają, że drobne zmiany w budowie enzymów mogą powodować produkcję zmienionych cząstek związków syntetyzowanych.

Z licznych badań, również prowadzonych na owadach wynika, że w starzejących się organizmach powstają somatyczne mutacje a więc zmiany w jądrach komórek somatycznych. Zmiany te gromadzą się z wiekiem zwierzęcia [11]. Mogą być różnego typu, dotyczą genów i chromosomów jako translokacje i delecje. Opisano m.in. u starzejących się zwierząt aberracje chromosomalne, aneuploidy somatyczne i mozaikowość somatyczną. Aberracje chromosomalne to przede wszystkim translokacje, nie rozdzielanie się chromosomów, zmniejszanie lub zwiększanie się liczby chromosomów. Częstotliwość mutacji w komórkach somatycznych jest 2—3 razy większa niż w komórkach płciowych [42]. Te zmiany są wynikiem zmian strukturalnych nukleoproteidów [22]. Prowadzą one do tłumienia funkcji części genomu, a w konsekwencji do zmian ilościowych i jakościowych syntezy białka. Zmianom ulega DNA i RNA. Następuje zwiększony rozpad RNA i zwiększona jego synteza jako proces kompensacyjny komórki. Gdy to odtwarzanie RNA staje się niewystarczające, komórka ginie [59]. Wattiaux i Tsieu [57] stwierdzili dwukrotnie większą syntezę RNA w komórkach starych much *Drosophila*. A więc zmienia się metabolizm komórki, jej zdolność zachowania homeostazy, a obniża się zdolność reagowania na stresy otoczenia [58].

Stosując czynniki mutagenne a zwłaszcza promieniowanie jonizujące udało się w niektórych przypadkach wywołać zmiany obserwowane przy starzeniu się [9, 58], a więc przyspieszyć proces starzenia.

Oczywiście somatyczne mutacje i ich skutki z pewnością nie są jedynym mechanizmem starzenia się.

Przejawem starzenia się są także modyfikacje cytoplazmatyczne komórek somatycznych i stąd może także wynikać obniżona zdolność funkcjonowania komórki [11].

Zmienione lub zamierające komórki w jednym organie powodują zaburzenie jego funkcji lub jego zamieranie a to z kolei ma wpływ na inne organy. Zjawiskom starzenia się towarzyszą zmiany przekazywane na potomstwo jako zaburzenia w jego rozwoju, w procesach fizjologicz-

nych i stąd nawet w jego liczebności. Z wiekiem, zwłaszcza matki, zmiany te się potęgują.

Z naszych badań nad starzeniem się rozkruszka mącznego (*Acarus siro* L) [5] wynika, że potomstwo starzejących się rodziców było proporcjonalnie mniej liczne. Wpływ wieku jednej płci rodziców był niezależny od wieku drugiej płci, ale wpływ samiec-matek był silniejszy niż samców-ojców.

g) Zaobserwowano także wiele innych zmian u owadów starzejących się. Roppel i Butler [51] zauważyli różnice w elektroretinogramach okazyłowanego chrząszcza *Attagenus megatoma* F. z wiekiem. Chrząszcze starsze wykazywały większą amplitudę oddziaływania na bodźce świetlne i były mniej wrażliwe na zmiany intensywności światła.

Fairbanks i Burch [19] porównywali straty wody oraz zawartość wody i tłuszczu w suszonych muchach *Drosophila melanogaster* w zależności od wieku. Straty wody wzrastały z wiekiem i nie zależało to od płci. Wynikało to z niedomykania się przetchlinek u owadów starszych. Z wiekiem wzrastała ilość tłuszczu, zmniejszała się natomiast ilość wody, stąd starsze owady miały większe wymagania wilgotnościowe.

Silhacek i wspólnicy [52] stwierdzili zmiany w składzie węglowodorów kutikuli samic wabiących samce w miarę starzenia się samic.

Davison [18] stwierdził różnice w zdolności aklimatyzacji do wyższych temperatur i wyższą śmiertelność starszych much *Calliphora erythrocephala* w wysokich temperaturach. Zdolność aklimatyzacji malała z wiekiem a autor tłumaczy to obniżaniem się aktywności odpowiednich enzymów.

Z naszych badań wynika [5], że oddychanie rozkruszka mącznego malało z wiekiem, silniej u samic niż u samców.

W zależności od wieku owady wykazują także zróżnicowaną wrażliwość na promieniowanie [7]. Z wiekiem imagines odporność na promieniowanie zwykle wzrasta.

Wreszcie oddziaływanie na pestycydy owadów i roztoczy zależy od wieku. Z wiekiem odporność znacznie wzrasta. Wiąże się to znowu ze spadkiem aktywności enzymów, ale prawdopodobnie także ze zmniejszoną przenikliwością pestycydów przez nasyconą pigmentami kutikulę.

3. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA DŁUGOŚĆ ŻYCIA

a) Temperatura, wilgotność i światło. Długość życia owadów roztoczy jak i innych zwierząt zmiennotermicznych zależy od temperatury. W miarę wzrostu temperatury następuje przyspieszenie metabolizmu i gromadzenia się w organizmie produktów przemiany materii i stąd następuje szybsze starzenie się owada. Wzrost temperatury o 10°C przyspiesza zamieranie 2—5 razy. Zmienne temperatury mogą różnie oddziaływać na poszczególne gatunki, rasy, płci. Samice *Drosophila subobscura* hodowane w 20°C , przeniesione na 5—12 dni do temperatury $30,5^{\circ}\text{C}$ żyły o 50% dłużej [12]. Starzenie się *Aedes taeniorhynchus* było zależne od temperatury, jednakowe gdy owady przenoszono z temperatury niskiej do wysokiej lub odwrotnie. Samice przenoszone z temperatury 22 do 27°C żyły jednak znacznie dłużej [44]. Autor potwierdził w ten sposób teorię progową starzenia się.

W badaniach nad rozkruszkami stwierdziliśmy większą długość życia w miarę wzrostu wilgotności i spadku temperatury [3, 21, 28]. Samce *Ty-*

rophagus putrescentiae (Schr.) były bardziej wrażliwe od samic na podwyższenie temperatur [23].

W pojedynczych przypadkach stwierdzano oddziaływanie wilgotności i naświetlenia na długość życia owadów. Mucha domowa żyła dłużej w niskich temperaturach, jeśli wilgotność była wyższa. Silne naświetlenie hodowli muchy domowej i *Drosophila* skracało życie [12].

b) Czas trwania rozwoju, zagęszczenie populacji larw i wielkość osobników dojrzałych. Obniżając temperaturę lub zagęszczając hodowlę możemy przedłużyć okres rozwoju owadów i roztoczy. W pierwszym przypadku uzyskamy większe osobniki, w drugim- mniejsze niż przeciętne. Długość życia imagines wzrasta ze wzrostem zagęszczenia populacji (wraz ze zmniejszeniem wielkości imagines) i ze spadkiem temperatury (z równoczesnym wzrostem imagines). Przedłużenie rozwoju do pewnych granic przedłużało długość życia uzyskanych w ten sposób imagines. Autorzy sądzą, że przy szybkim rozwoju, szybkich podziałach zachodzi duża ilość przeorganizowań chromosomów. Wolniejszy wzrost pociąga za sobą powstawanie mniejszej liczby błędów w materiale dziedziczenia i stąd obniżona jest ilość błędów w metabolizmie dojrzałego organizmu, co opóźnia śmierć [34, 35, 36, 37].

Miller i Thomas [43] stwierdzili, że mniejsze samce *Drosophila melanogaster* miały większą tendencję do długowieczności niż mniejsze samice. Przy braku pokarmu natomiast samice żyły dłużej niż samce, duże muchy żyły dłużej niż małe. Wzrost aktywności i metabolizmu much w określonych warunkach powodował przedłużenie życia.

c) Zagęszczenie populacji imagines ma także bardzo istotny wpływ na długość życia. Ze skąpych badań z tego zakresu wynika, że ze wzrostem populacji skraca się długość życia, jednak np. pojedyncze osobniki *Drosophila melanogaster* nie żyły najdłużej.

d) Pokarm. Jest to bardzo ważny czynnik wpływający na długość życia, przy czym ważne są tutaj poszczególne składniki pokarmowe, jego ilość i jakość. Starzejący się pokarm może znacznie obniżać żywotność owadów.

Jak stwierdził Turner i Hair [55] cukier wpływa na długość życia *Musca autumnalis* Deg., a białkowe substancje decydują o rozmnażaniu tej muchy.

Dodatek sproszkowanego mleka do osłodzonej wody przedłużał życie muchy domowej [50].

Według Hollingswortha i Burcombe'a [27] dieta bogata w składniki pokarmowe nie skracała długości życia *Drosophila melanogaster*. Obecność substratu oddechowego lub drożdży przedłużała życie. Silnie rozcieńczone pożywki znacznie lepiej znosiły larwy niż imagines tych much [17].

Ilość białka zjadanego dziennie przez karaczany była odwrotnie skorelowana z długością ich życia. Osobniki jedzące dużo białka miały białe złogi moczanowe w ciele tłuszczowym. Reakcja na dietę białkową u różnych gatunków karaczanów była zróżnicowana. Większe żarłoki żyły krócej [24].

Błonkówki z rodzaju *Habrobracon* żywione miodem żyły 90 dni a gdy były żywione młkiem — 40 dni. Osobniki żywione miodem gromadziły mocznik wolniej [11].

Nettles [45] wyróżnił cukry (zwłaszcza arabinoza i ramnoza) toksyczne dla *Anthonomus grandis* Boh. Samice były bardziej wrażliwe na zawartość tych cukrów.

W różnych badaniach nad rozkruszkami stwierdziliśmy także bardzo istotny wpływ pokarmu na długość życia tych zwierząt [3, 10, 15, 21].

Wpływ na długość życia ma także głodowanie. Odpowiednio dawkowane głodowanie *Drosophila* zwiększało długość życia much [29]. Rozkruszek drobny żyjący bez pokarmu, ale w wysokiej wilgotności względnej powietrza żył podobnie długo jak wtedy kiedy był hodowany na zarodkach pszenicy [6].

Ogólnie więc można powiedzieć, że: (a) długość rozwoju preimaginalnego przedłuża się a długość życia images owadów i roztoczy skraca się przy nieodpowiednim pokarmie, (b) samice i samce mogą mieć różne wymagania pokarmowe i stąd ich długość życia może być różna na tym samym pokarmie, (c) oddziaływanie na pokarm jest określone genetycznie, (d) oddziaływać mogą zarówno poszczególne składniki pożywienia jak i ich proporcje w pokarmie.

e) Promieniowanie. Ze względu na to, że u dorosłych owadów nie ma w zasadzie podziałów komórkowych, zwierzęta te są odporne na wysoko energetyczne promieniowania. Łatwiej je stąd wysterylizować niż zabić. Promieniowanie jonizujące powoduje jednak zwykle skrócenie życia owada. Dawki rzędu 5—25 kr, zwłaszcza w często powtarzanych porcjach, oddziałują skracać długość życia większości gatunków owadów badanych. Często obserwowane są wtedy typowe zjawiska towarzyszące starzeniu się owadów.

f) Pestycydy i inne związki chemiczne. Zaobserwowano w kilku przypadkach, że pestycydy stosowane w dawkach subletalnych oddziałują w charakterystyczny sposób na biologię owadów traktowanych. W niektórych przypadkach stwierdzano wydłużanie się życia owadów, które przeżyły kontakt z pestycydem. Osobniki o krótszym życiu mogą być wręczliwsze na pestycyd. [12].

Liczne antyseptyki i antybiotyki zawarte w pokarmie rozkruszków skracają życie tych roztoczy [4]. Także alkaloidy, glikozydy i eteryczne olejki ziół leczniczych wpływały na długość życia *Tyrophagus putrescentiae* Schr. [16].

g) Płeć. U owadów i roztoczy, podobnie jak u wielu innych zwierząt, samice najczęściej żyją dłużej od samców. Różnice w dożywalności mogą się jednak zacierać w zależności od warunków hodowli (pokarm, temperatura); optymalne warunki dla samca mogą być różne dla samic. Rockstein [50] porównywał długość życia samic i samców muchy domowej i uzyskiwał istotne różnice. U komara egipskiego samice żyły dłużej niezależnie od podawanego pokarmu [32]. Różną długość życia samic i samców można wyjaśnić różnicami w ilości chromosomów i stąd różnicami w metabolizmie. U większości rzędów owadów samce są heterogametyczne (XY lub XO) a samice homogametyczne (XX). Samce u większości zwierząt wykazują wyższy stopień metabolizmu, niż samice. Na przykład oddychanie u samców jest zwykle większe niż u samic, zarówno u owadów jak i u roztoczy [5, 12]. Długość życia można więc uznać jako wtórną cechę płciową.

h) Czynności związane z rozmnażaniem. Na długość życia mogą wywierać wpływ takie czynności jak kopulacja i składanie jaj. Samice komara egipskiego żyły dłużej niezależnie od tego, czy były hodowane oddzielnie czy razem z samicami. Samce żyły istotnie dłużej, kiedy były hodowane same, bez samic, natomiast samice żyły dłużej, jeśli były utrzymywane z samicami, niż jeśli żyły same. Żywotność obu płci była jednak także uzależniona od pokarmu [32]. Samice *Hypera postica* Gyll. żyły

dłużej, jeśli tylko jeden raz kopulowały, niż jeśli były utrzymywane z samcami [31]. Bilewicz [1] badał wpływ czynności rozrodczych na długość życia *Drosophila melanogaster*. Samice dziewicze miały obniżoną płodność, ale zwiększoną długość życia. Samce, które nie kopulowały, także żyły dłużej od samców kopulujących.

Pod tym względem panuje duża różnorodność stosunków w różnych grupach owadów. Aktywne płciowo samice gatunków owadów żyjących społecznie (mrówki, termyty, pszczoły) żyją znacznie dłużej, niż członkowie innych kast. Są one intensywnie żywione i nie są narażone na zmienne warunki otoczenia [2].

U rozkruszką mącznego dziewicze roztocze żyły dłużej od tych które kopulowały i składały jaja [3].

i) Wiek rodziców. Niezależnie od czynników środowiskowych i genetycznych, na długość życia imagines ma wpływ wiek rodziców. Wiadomo, że potomstwo samic różnego wieku wykazuje zróżnicowane cechy. Jaja składane przez bardzo młode i stare samice *Oncopeltus* ważyły mniej, wolniej się rozwijały i procent wylęgających się z nich larw był niski [49]. Potomstwo samic średniego wieku jest najbardziej wyrównane pod względem okresu rozwoju i długości życia [47]. Samce *Drosophila subobscura* pochodzące z młodych rodziców wykazywały większą aktywność płciową niż samce z rodziców starych. Różnice w aktywności samic w zależności od wieku rodziców były bardzo małe. Potomstwo młodych rodziców wykazywało mniejszą płodność i długość życia [56]. Dla *Drosophila melanogaster* natomiast zupełnie inne wyniki uzyskali Butz i Hayden [8]. Stwierdzili oni, że ze wzrostem wieku rodziców spadała długość życia potomstwa, silniej u potomków żeńskich niż męskich. Krzyżowanie młodych i starych much wykazało, że spadek długości życia był skorelowany raczej ze starzeniem się rodzicielskich samic niż samców. Wiek rodziców nie miał natomiast wpływu na czas rozwoju potomstwa. Według O'Brian [46] potomstwo rodziców średniego wieku i starych *Drosophila melanogaster* żyły krócej niż rodzice. Podobne wyniki uzyskał Rockstein (1957) dla muchy domowej.

Badania Flemingsa i Ludwiga [20] nie wykazały wyraźnego wpływu wieku rodziców wszy *Pediculus humanus humanus* na długość życia potomstwa, jednak niektóre osobniki pochodzące z jaj młodych rodziców żyły dłużej niż te od starych rodziców. Efekt wieku rodziców był znacznie lepiej widoczny gdy wszy hodowano w niższych temperaturach.

Potomstwo starych rodziców młynarka (*Tenebrio molitor* L.) rozwijało się szybciej, larwy przechodziły mniej linień, dorosłe żyły krócej niż potomstwo młodych rodziców. Różnice długości życia w stosunku do jaj młodych rodziców wynosiły w zależności od temperatury: 19% (25°C), do 26,5% (30°C) [54]. Efekt wieku rodziców ujawniał się od wieku 6 lub 9 tygodni w zależności od pokarmu i temperatury [38]. Różnice te ujawniały się znacznie silniej, jeśli obserwowano pojedyncze pary, jednak długość życia potomstwa nie była skorelowana z wiekiem rodziców [39]. Stwierdzono także większą aktywność oksydazy cytochromowej i mniejszą aktywność fosfatazy u chrząszczy pochodzących z młodych rodziców [40].

Z tych jak i innych badań wynika, że wiek rodziców ma często wpływ na długość życia potomstwa. Ten wpływ może wynikać z czynników genetycznych (zmodyfikowane geny, chromosomalna lub cytoplazmatyczna konstytucja) lub środowiskowych i stąd trudno jest ten wpływ ustalić

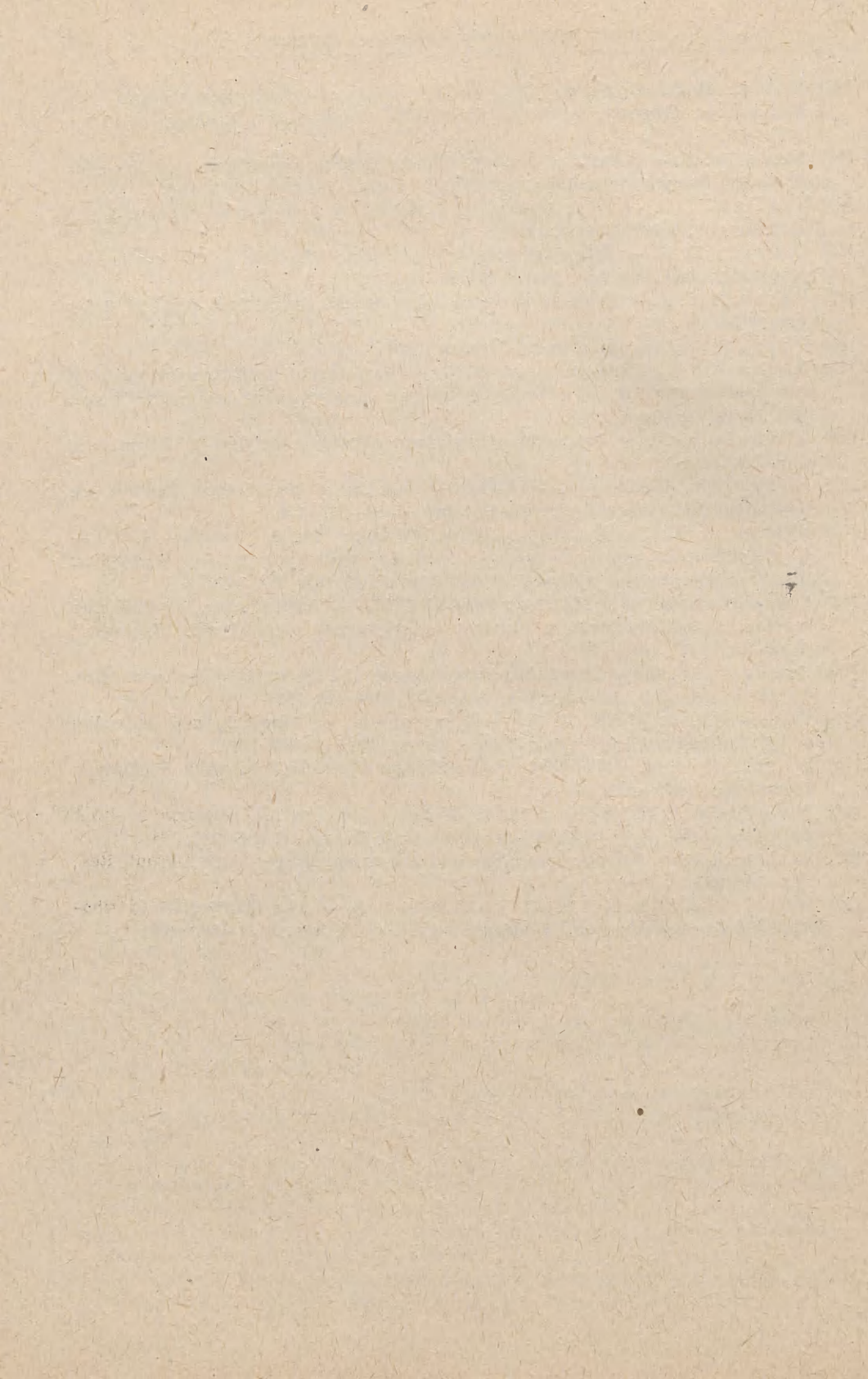
przy selekcji w kolejnych pokoleniach. Trzeba bowiem pamiętać, że środowisko wywiera wpływ na cechy fizjologiczne i morfologiczne rodziców, przez co następuje później oddziaływanie na potomstwo [33].

LITERATURA

- [1] Bilewicz S. — Doświadczenia nad wpływem czynności rozrodczych na długość życia u muchy owocowej *Drosophila melanogaster*, Fol. Biol., 1 (3), 1953.
- [2] Bilewicz S., Jurand A. — Zagadnienie długości życia osobniczego i próby jego przedłużania u zwierząt i człowieka. Zesz. Probl. „Kosmosu” 4, 115—156, 1956.
- [3] Boczek J. — Rozkruszek mączny (*Tyroglyphus farinae* L.) Morfologia, biologia i ekologia oraz próby zwalczania. Roczn. Nauk Roln. 75-A-4, 559—644, 1957.
- [4] Boczek J., Czajkowska B. — Wpływ antyseptyków i antybiotyków na niektóre gatunki rozkruszków (*Acaroidea*). Roczn. Nauk Roln. 93-A-4, 597—612, 1968.
- [5] Boczek J., Czajkowska B. — Some aspects of ageing in *Acarus* (siro L.). Ekol. Pol., 21, 173—184, 1973.
- [6] Boczek J., Sosnowska M., w przygotowaniu.
- [7] Brower J. H. — Interaction of age and radiation dosage on hatch of *Gibbium psylloides* eggs (Coleoptera: Ptinidae). Ann. Entom. Soc. Amer., 65, 1237—1238, 1972.
- [8] Butz A., Hayden P. — The effects of age of male and female parents on the life cycle of *Drosophila melanogaster*. Ann. Entom. Soc. Amer., 55, 617—618, 1962.
- [9] Casurett G. W. — Similarities and contrasts between radiation and time pathology. Adv. geront. Res., 1, 109—163, 1964.
- [10] Chmielewski W. — Morfologia, biologia i ekologia *Carpoglyphus lactis* (L. 1758) (*Glycyphagidae*, *Acarina*). Prace Nauk. IOR, 13, 64—166, 1971.
- [11] Clark A. M. — Genetic factors associated with aging. Adv. Geront. Res., 1, 207—255, 1964.
- [12] Clark A. M., Rockstein M. — Aging in insects. In: The physiology of Insecta. Ed. M. Rockstein, 1, 227—281, 1964.
- [13] Clarke J. M., Smith M. — Independence of temperature of the rate of ageing in *Drosophila subobscura*. Nature, London, 190, 1027—1028, 1961.
- [14] Clarke J. M., Smith M. — Increase in the rate of protein synthesis with age in *Drosophila subobscura*. Nature, London, 209, 627—629, 1966.
- [15] Czajkowska B. — Rozwój rozkruszków na niektórych gatunkach grzybów. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 109, 219—227, 1970.
- [16] Czajkowska B. — Influence of active substances of medicinal herbs on stored products mites. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 129, 197—232, 1972.
- [17] David J., Herzewege J. van, Fouillet P. — Quantitative underfeeding of *Drosophila*: effects on adult longevity and fecundity. Exper. Geront., 6, 249—257, 1971.
- [18] Davison T. F. — The relation between age, acclimatization temperature, and death point in adult *Calliphora erythrocephala*. J. Insect Physiol., 17, 575—585, 1971.
- [19] Fairbanks L. D., Burch G. E. — Rate of water loss and water and fat content of adult *Drosophila melanogaster* of different ages. J. Insect Physiol., 16, 1429—1436, 1970.

- [20] Flemmings M. B., Ludwig D. — *Effects of temperature and parental age on the life-cycle of the body louse Pediculus humanus humanus*. Ann. Entom. Soc. Amer., 57, 560—563, 1964.
- [21] Gołębiowska Z. — *Rozkruszek drobny (Tyrophagus putrescentiae Schr. = Tyrophagus noxius Zachv. 1935)*. Morfologia, biologia i ekologia. Prace Nauk. IOR, 5, 29—88, 1963.
- [22] Hahn H. P. — *Structural and functional changes in nucleoprotein during the ageing of the cell*. Gerontologia, Basel, 16, 116—128, 1970.
- [23] Harrison B. J., Holliday R. — *Senescence and the fidelity of protein synthesis in Drosophila*. Nature, London, 213, 990—992, 1967.
- [24] Haydak M. H. — *Influence of the protein level of the diet on the longevity of cockroaches*. Ann. Entom. Soc. Amer., 46, 547—560, 1953.
- [25] Hollingsworth M. J. — *Environmental temperature and life span in poikilotherms*. Nature, London, 218, 869—870, 1968.
- [26] Hollingsworth M. J. — *Fluctuating temperatures and the length of life in Drosophila*. Nature, London, 221, 857—858, 1969.
- [27] Hollingsworth M. J., Burcombe J. V. — *The nutritional requirements for longevity in Drosophila*. J. Insect Physiol., 16, 1017—1025, 1970.
- [28] Jakubowska J. — *Biologia i ekologia rozkruszka polowo-magazynowego, Acarus farris Oud. (Acarina: Acaridae)*. Roczn. Nauk. Roln., E, 1, 75—94, 1971.
- [29] Kopeć S. — *On the influence of intermitten starvation on the longevity of of the imaginal stage of Drosophila melanogaster*. Brit. J. exper. Biol., 5 (3), 1928.
- [30] Lamb M. J. — *Temperature and the life-span in Drosophila*. Nature, London, 220, 808—809, 1968.
- [31] LeCato G. L., Pienkowski R. L. — *Fecundity, egg fertility, duration of oviposition and longevity of alfalfa weevil from eight mating and storage conditions*. Ann. Entom. Soc. Amer., 65, 319—323, 1972.
- [32] Liles J. N., DeLong D. M. — *The longevity and productivity of adult male and female Aedes aegypti when reared separately and together on three different diets*. Ann. Entom. Soc. Amer., 53, 277—280, 1960.
- [33] Lints A. F. — *Life span in Drosophila*. Gerontologia, 17, 33—51, 1971.
- [34] Lints A. F., Lints C. V. — *Influence of preimaginal environment on fecundity and ageing in Drosophila melanogaster hybrids*. I. Preimaginal population density. Exp. Geront., 4, 231—244, 1969.
- [35] Lints F. A., Lints C. V. — *II. Preimaginal temperature*. Exp. Geront., 6, 417—426, 1971a.
- [36] Lints F. A., Lints C. V. — *III. Developmental speed and life-span*. Exp. Geront., 6, 427—445, 1971b.
- [37] Lints F. A., Lints C. V. — *Relationship between growth and ageing in Drosophila*. Nature New Biology, 229, 86—88, 1971c.
- [38] Ludwig D., Fiore C. — *Further studies on the relationship between parental age and the life cycle of the mealworm Tenebrio molitor*. Ann. Entom. Soc. Amer., 53, 595—600, 1960.
- [39] Ludwig D., Fiore C. — *Effects of parental age on offspring from isolated pairs of the mealworm Tenebrio molitor*. Ann. Entom. Soc. Amer., 54, 463—464, 1961.
- [40] Ludwig D., Fiore C., Jones C. R. — *Physiological comparisons between offspring of the yellow mealworm Tenebrio molitor obtained from young and from old parents*. Ann. Ent. Soc. Amer., 55, 439—448, 1962.
- [41] Maynard Smith J. — *Temperature and the rate of ageing in poikilotherms*. Nature, London, 199, 400—402, 1963.
- [42] Medvedev Zh. A. — *The nucleic acids in development and ageing*. Adv. Geront. Res., 1, 181—206, 1964.

- [43] Miller R. S., Thomas J. L. — *The effects of larval crowding and body size on the longevity of adult Drosophila melanogaster*. Ecology, 39, 118—125, 1958.
- [44] Nayar J. K. — *Effects of constant and fluctuating temperatures on life-span of Aedes taeniorhynchus adults*. J. Insect Physiol., 18, 1303—1313, 1972.
- [45] Nettles W. C. — *Toxic sugars and longevity of Anthonomus grandis*. J. Insect Physiol., 18, 1107—1113, 1972.
- [46] O'Brian D. M. — *Effects of parental age on the life cycle of Drosophila melanogaster*. Ann. Ent. Soc. Amer., 54, 412—416, 1961.
- [47] Parsons P. A. — *Parental age and the offspring*. Quart. Rev. Biol., 39, 258—275, 1964.
- [48] Pearl R. — *The rate of living*. London. 1928.
- [49] Richards A. G., Kolderie M. Q. — *Variation in weight, developmental rate and hatchability of Oncopeltus eggs as a function of the mother's age*. Ent. News, 68, 57—64, 1957.
- [50] Rockstein M. — *Longevity of male and female house flies*. J. Geront., 12, 253—256, 1957.
- [51] Roppel R., Butler L. — *Electroretinograms of black carpet beetles: age dependent differences*. J. Georgia Ent. Soc., 5, 88—93, 1970.
- [52] Silhacek D. L., Carlson D. A., Mayer M. S., James J. D. — *Composition and sex attractancy of cuticular hydrocarbons from houseflies: effects of age, sex and mating*. J. Insect Physiol., 18, 347—354, 1972.
- [53] Smreczyński S., Micherdziński W. — *Starość jako ostatni etap rozwoju ontogenetycznego u zwierząt bezkręgowych*. Zesz. Probl. „Kosmosu”, 4, 53—70, 1956.
- [54] Tracey S. K. M. — *Effects of parental age on the life cycle of the mealworm, Tenebrio molitor L.* Ann. Ent. Soc. Amer., 51, 429—432, 1958.
- [55] Turner E. C., Hair J. A. — *Effect of diet on longevity and fecundity of laboratory-reared face flies*. J. econ. Entom., 60, 857—860, 1967.
- [56] Wattiaux J. M. — *Cumulative parental age effects in Drosophila subobscura*. Evolution, 22, 406—421, 1968.
- [57] Wattiaux J. M., Tsieu H. C. — *Age effects on the variation of RNA synthesis in the nurse cells in Drosophila*. Exp. Geront., 6, 235—247, 1971.
- [58] Welch J. P. — *Somatic mutations and the aging process*. Adv. Geront. Res., 2, 1—36, 1967.
- [59] Wulff V. J., Samis H. V., Falzone J. A. — *The metabolism of ribonucleic acid in young and old rodents*. Adv. Geront. Res., 2, 37—76, 1967.



KRYSTYNA KISIELEWSKA

EKOLOGICZNE KIERUNKI BADAWCZE W PARAZYTOLOGII

(Referat wygłoszony na sympozjum pn. „Współczesne problemy ekologiczne w parazytologii” w dniu 4.IV.1973 r.)

W myśl założeń organizatorów niniejszego Sympozjum, w toku dwudniowych jego obrad powinny zostać zrealizowane następujące zadania.

1. Dokonanie syntetycznej charakterystyki dotychczasowych badań ekologicznych w parazytologii.

2. Ukazanie aktualnego stanu badań i obecnie realizowanej problematyki ekologicznej w parazytologii.

3. Wyłonienie dalszych perspektyw badawczych, szczególnie interesujących bądź z teoretycznego punktu widzenia, bądź z uwagi na powiązania z aktualnym zapotrzebowaniem dyktowanym przez gospodarkę, przez problemy socjalno-zdrowotne, przez hasło ochrony środowiska człowieka. Przy czym nakreślenie tych perspektyw powinno dokonać się w oparciu o ujednolicone, zdefiniowane, w jednoznaczny sposób zakresłone założenia merytoryczne i metodyczne, a także o nowoczesne formy pracy badawczej.

4. Wykazanie integracji tak zwanej parazytologii ogólnej z parazytologią weterynaryjną i lekarską oraz potrzeb i korzyści teoretycznych i praktycznych płynących ze współdziałania tych trzech gałęzi parazytologii.

5. Przedstawienie teoretycznych podstaw pozwalających wydzielić ekologię pasożytów jako odrębną dziedzinę, a więc zdefiniowanie kierunku ekologicznego w parazytologii i jednocześnie wskazanie jego znaczenia dla nauki własnej (parazytologii) oraz dla teoretycznej ekologii i niektórych zagadnień ogólnobiologicznych.

Prezentacja aktualnego warsztatu badawczego parazytologów-ekologów zostanie dokonana (choć oczywiście nie będzie to przegląd kompletny), w toku referowania prac materiałowych (doniesień).

Przyszłość badań ekologicznych w parazytologii ukażą — jak należy się spodziewać — dyskusje okrągłych stołów.

Pozostałe zadania postawione przed Sympozjum — a więc ukazanie dotychczasowego dorobku parazyto-ekologii oraz zdefiniowanie jej jako odrębnego kierunku badawczego — przypadły w udziale niniejszemu referatowi.

I. CHARAKTERYSTYKA DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ EKOLOGICZNYCH W PARAZYTOLOGII

Przy omawianiu dorobku parazytologii w problematyce ekologicznej główny nacisk zostanie położony nie na osiągnięcia poszczególnych badaczy, lecz na ogólną, syntetyczną charakterystykę badań z tego zakresu

oraz na wyeksponowanie głównych wątków ekologicznych, które w parazytologii zyskały już sobie ugruntowaną pozycję.

Analizując prace z zakresu ekologii pasożytów, poszukując jakiegoś klucza do posegregowania tych prac w pewne grupy tematyczne, przyjęto kryterium, które — jak się wydaje — w tym konkretnym aspekcie jest najwłaściwsze. Kryterium tym jest poziom organizacji środowiska, na tle którego rozpatruje się występujące tam ugrupowania pasożytów.

Wyłoniono trzy środowiska różniące się poziomem organizacji: 1. Pojedynczy osobnik żywiciela, 2. Populacja żywiciela, 3. Biocenoza.

1. BADANIA PARAZYTO-EKOLOGICZNE NA SZCZEBLU POJEDYNCZEGO OSOBNIKA ŻYWICIELSKIEGO

Na tym szczeblu rozpatrywano przede wszystkim stosunki wewnętrznie międzygatunkowe u pasożytów, przy czym dokonywano tego na populacjach lub wielogatunkowych zespołach pasożytniczych, powstałych w wyniku zarażeń eksperymentalnych. Tego typu badania były podejmowane już w okresie międzywojennym przez niektórych badaczy, głównie amerykańskich [1,2], zaś po wojnie także angielskich, japońskich, radzieckich [5, 7, 28, 37, 41, 42, 45, 55]. Najczęściej spotykanym modelem badań były tu helminty przewodu pokarmowego białych szczurów i psów.

W Polsce, w latach pięćdziesiątych, badania tego typu zainicjował Michajłow [32, 33, 35, 36]. Wybrany przez niego model badawczy odznaczał się wyjątkowymi dla eksperymentatora walorami. Modelem tym były postacie larwalne tasiemców, żyjące w jamie ciała oczlików, to znaczy małych raczków planktonowych z grupy *Copepoda*. Dzięki temu, że oczliki posiadają przezroczyste powłoki chitynowe, można było przy odpowiednio delikatnej manipulacji oglądać tego samego oczlika wielokrotnie pod mikroskopem, poczynawszy od pierwszej chwili zarażenia go pasożytami. A za tym można było śledzić przyżyciowo losy rozwijających się w jamie ciała oczlików populacji lub wielogatunkowych zespołów pasożytów [29, 30, 31]. Znana tu była badaczowi bezwzględna wielkość populacji pasożytniczych, losy poszczególnych larw, zróżnicowania w ich tempie wzrostu i rozwoju, ich rozmieszczenie w jamie ciała żywiciela, ich reakcje na inwazję wtórne itp. A wszystko to, czyli cały przebieg rozwoju badanej populacji pasożytów ujawniał się nie na podstawie rekonstrukcji — do której jakże często trzeba się uciekać przy odtwarzaniu procesów biologicznych — lecz na podstawie obserwacji ciągłych, dotyczących jednej i tej samej populacji. Jednocześnie, mimo warunków eksperymentu, badana populacja przebywała w środowisku, które nie traciło charakteru środowiska naturalnego. Kontynuatorami badań Michajłowa na modelu oczliki-larwy tasiemców, były Kisielewska [8, 9, 10] i Guttowa [3], oraz na modelach helmintów jelitowych, Tarczyński [51], Żebrowska [56, 57] i in.

Omawiane badania wykazały, że: 1. Pasożyty ostro reagują na stany przepełnienia, a reakcje te przejawiają się w zróżnicowaniach wzrostu i ciężaru ciała, w zróżnicowaniach tempa rozwoju, w ograniczaniu produkcji rozrodczej itp. 2. Wykazały także, że populacja już zasiedziała reaguje na wtargnięcie nowej grupy osobników tego samego bądź innego gatunku, przy czym reakcja ta jest zależna zarówno od liczebności populacji zasiedziałej, jak od liczebności grupy koinwazyjnej, zaś w przypadku koinwazji różnogatunkowej — także od stopnia zbieżności wymagań obu gatunków względem środowiska. 3. Wykazały wreszcie, że nasilenie i ro-

dziej reakcji na przegęszczenie, zależne są od gatunku żywiciela w którym żyje dana populacja, czyli od stopnia specyficzności danego układu „żywiciel-pasożyt”.

Z podsumowania tych wyników wyłania się wniosek, że u pasożytów, podobnie jak i u zwierząt wolnożyjących i wyżej zorganizowanych, osobniki współżyjące w grupie uzależniają się nawzajem, adaptują środowisko do swoich potrzeb, wytwarzają jakieś mechanizmy regulacji swojej liczebności itp. Innymi słowy, że zespoły pasożytów w pojedynczych osobnikach żywicielskich mają pewne płaszczyzny integracji, wzajemnego uwarunkowania, co stawia je w rzędzie ponadosobniczych, ekologicznych jednostek zbiorczych.

Omawiane badania wiele wniosły do charakterystyki stosunków wewnątrz- i międzygatunkowych u pasożytów, a także do zagadnienia walki o byt oraz zagadnienia mechanizmów regulacji liczebności wewnątrzpopulacyjnej.

Skoro już mowa o tego rodzaju problematyce, trzeba jeszcze wspomnieć o badaniach nad swoistym typem stosunków międzygatunkowych, to jest stosunków między pasożytami a bakteriami. Celem tych badań zainicjowanych przez Stefańskiego, a kontynuowanych przez Przyjałkowskiego [46—49] jest wykazanie roli flory bakteryjnej w ograniczaniu bądź sprzyjaniu inwazjom pasożytniczym. Bardzo wyspecjalizowanym wątkiem tych badań jest eksperymentalne zarażanie pasożytami osobników żywicielskich wyhodowanych w warunkach bezbakteryjnych [43, 44].

2. BADANIA PARAZYTO-EKOLOGICZNE NA SZCZEBLU BIOCENOZY

Prekursorem biocenologicznych badań w parazytologii w Polsce był Wiśniewski [52, 53]. Organizował on w latach 1950—1958 bardzo interesujące, szeroko pomyślane, kompleksowe badania nad krążeniem pasożytów ryb i awifauny wodnej w jeziorach o różnym stopniu eutrofizacji. W interpretacji wyników badań swoich i swego zespołu [6, 27, 50, 54] Wiśniewski położył główny nacisk na drogi krążenia pasożytów w biocenozie oraz wynikającą stąd rolę biocenozy w kształtowaniu się parazytofauny. Każdy typ biocenozy jeziornej, mającej właściwy sobie ilościowy i jakościowy skład żywicieli pośrednich i ostatecznych, stwarza ściśle określone warunki dla zamykania cykli życiowych — a więc istnienia oraz osiągania pewnego poziomu liczebności — przez takie a nie inne gatunki pasożytów. W ten sposób struktura ilościowa i jakościowa danej biocenozy, determinuje niejako skład gatunkowy i liczebność istniejących tam pasożytów.

Sprawą bardzo istotną w badaniach Wiśniewskiego, było zwrócenie uwagi na zjawisko regulacji liczebności w populacjach pasożytów w warunkach biocenotycznych, a więc nie eksperymentalnych, lecz naturalnych. Jego rozważania na ten temat spotkały się w swoim czasie z dość ostrą krytyką. Wydaje się jednak, że krytykę tę sprowokowała głównie niefortunna terminologia, która sugerowała, że górną granicę liczebności populacji pasożytniczych, limituje jakiś mechaniczny pułap pojemności żywiciela. Pomijając jednak stronę czysto werbalną, w samej treści rozważań Wiśniewskiego na temat regulacji liczebności, zawarty jest bardzo duży ładunek myśli i problemów. Wiele z nich do dziś nie znalazło rozwiązania, jak chociażby biocenotyczne mechanizmy wywołujące patogeniczność pasożytów.

Jeśli chodzi o parazytologię światową, to badania biocenotyczne koncentrują się głównie w Związku Radzieckim. Jest to prawdopodobnie związane z powszechnie panującym tam trendem badań kompleksowych, realizowanych podczas dorocznych ekspedycji w europejskie i azjatyckie części kraju. Tak więc możliwości pozyskania materiału terenowego są tam ogromne. Jednakże poza szkołą Pawłowskiego [38, 39, 40], który właściwie stworzył przed laty teoretyczne podstawy parazytologii biocenotycznej, późniejsze badania terenowe parazytologów radzieckich, pomnażając wydatnie dane o składzie gatunkowym i dynamice sezonowej parazytocozy zasiedlających różnorodne typy ekosystemów, nie pogłębiają problematyki, nie rozszerzają wachlarza zagadnień teoretycznych (a także i praktycznych) jakie potencjalnie kryją w sobie dane parazytologiczne gromadzone na szczeblu biocenozy.

A przecież istniejący w każdej biocenozie układ przestrzenny, ilościowy i jakościowy kręgowców i bezkręgowców, warunkujący sieć dróg krążenia gatunków pasożytniczych oraz strukturę ilościową i jakościową parazytocozy; dynamika tego biocenotycznego kompleksu układów pasożytniczo-żywielskich będąca wypadkową sezonowej zmienności, trybu życia, stopnia aktywności, składu pokarmu i szeregu innych aspektów odnoszących się do poszczególnych komponentów, bądź grup komponentów wchodzących w te układy — jest to całość o zależnościach ilościowych, troficznych i funkcjonalnych, będąca źródłem całej kopalni problemów parazytologicznych, ekologicznych i ogólnobiologicznych. Jest to model trudny pod względem metodycznym i trudny pod względem interpretacyjnym — a już z pewnością nie możliwy do ogarnięcia przez jednostkowych badaczy — ale jest to zarazem model, na którym najpełniej, najwszechstronniej można prześledzić — posługując się pasożytami jako bioindykatorami — jak funkcjonuje żywa przyroda.

Takie zagadnienia w biocenologii, jak rola pasożytów jako komponentów biocenozy, między innymi regulatorów i selektorów populacji żywielskich, stymulatorów liczebności innych gatunków pasożytniczych, a także bakterii i wirusów, rola pasożytów jako wskaźników mechanizmów i współzależności istniejących w ekosystemach — to wszystko ciągle czeka na ukierunkowane badania oraz na pierwsze próby syntetycznych podsumowań.

3. BADANIA PARAZYTO-EKOLOGICZNE NA SZCZEBLE POPULACJI ŻYWIELA

W warunkach naturalnych żywicieli występują nie pojedynczo, lecz tworzą populacje. Zaś w populacjach żywicieli występują najczęściej wielogatunkowe zespoły pasożytów, czyli parazytocozy. Tak więc obiektem omawianych w tym punkcie badań są ekologiczne układy „żywiciel-pasożyt”, to znaczy układy w których po stronie „żywicieli” stoi cała konkretna populacja żywielska, zaś po stronie „pasożyta” — parazytocoza tę populację zamieszkująca [14, 15, 16].

Problematyka tych badań skupia się przede wszystkim na dwóch zagadnieniach:

Pierwsze z nich, to układy stosunków międzygatunkowych, albo ściślej — wewnątrzparazytocozy, rejestrowanych w różnych naturalnych sytuacjach.

Gatunki pasożytów wchodzące w skład parazytocozy występują z różną intensywnością i ekstensywnością, co stanowi o strukturze ilościowej danej parazytocozy. Przyjmując kryterium ilościowe, można w pa-

razytocoeniez wyrózníc dominanty, subdominanty i gatunki akcesoryczne (to znaczy występujące w minimalnych ilościach i sporadycznie).

Analiza stosunków ilościowych w parazytocoeniezach prowadzi do poznawania mechanizmów regulacyjnych działających na rozmaitych poziomach organizacji. Mianowicie, jedne z nich działają w obrębie pojedynczych osobników żywicielskich i są tym silniejsze im silniejsza jest u współwystępujących gatunków konkurencja o rekwizyty środowiska. Inne mechanizmy działają na szczeblu całego ekosystemu, który poprzez właściwą sobie kompozycję czynników biotycznych i abiotycznych, determinuje strukturę taksonomiczną parazytocoeniezy — a następnie — poprzez „efektywność” dróg krążenia, poprzez szanse kontaktu z kolejnymi żywicielami, a więc szanse zamykania cykli ontogenetycznych, determinuje także strukturę ilościową.

Ostateczny obraz struktury ilościowej jest więc wypadkową działania przynajmniej dwóch grup mechanizmów, działających na poziomie osobnika żywicielskiego i na poziomie ekosystemu w którym istnieje dana parazytocoenieza [15—23].

Drugie zagadnienie w omawianej problematyce, to współzależności strukturalne i funkcjonalne populacji żywiciela i parazytocoeniezy — jako dwóch sprzężonych ze sobą jednostek synekologicznych.

Populacje żywicielskie cechuje określona liczebność, zagęszczenie oraz struktura wiekowa, płciowa, przestrzenna, socjalna itp. Wszystkie te cechy strukturalne oraz ich zmienność w czasie, znajdują swoje odbicie w strukturze oraz dynamice parazytocoeniezy, a dzieje się tak dzięki integracji obu komponentów [11, 12, 14, 23, 25, 26]. Rozpatrzmy dla przykładu wpływ wiekowej struktury populacji żywiciela na strukturę parazytocoeniezy. Wyobraźmy sobie, że w jakiejś parazytocoeniezie występuje gatunek pasożyta „A”, charakterystyczny dla młodocianych osobników żywicielskich, oraz gatunek pasożyta „B” charakterystyczny dla osobników starszych. W konsekwencji — w różnych okresach życia populacji żywicielskiej, zależnie od tego, czy dominuje w niej młodzież, czy osobniki stare — odpowiednio w parazytocoeniezie dominuje gatunek „A” bądź gatunek „B”. Jak można sądzić, w populacjach dzikich zjawisko to nie wiąże się z nabywaną z wiekiem odpornością, lecz ma charakter czysto ekologiczny, mianowicie: osobniki młode i osobniki stare, podobnie zresztą jak osobniki różnej płci, aktywne i nie aktywne płciowo, migranty i osobniki osiadłe — różnią się między sobą trybem życia, zachowaniem, miejscem żerowisk, rodzajem pokarmu, zasięgiem penetracji terenu itp. I te właśnie cechy etologiczne bardzo często są determinantami różnic w stopniu zarażenia poszczególnych grup strukturalnych występujących w danej populacji żywiciela. Bowiern te różnice etologiczne stwarzają różne możliwości kontaktu poszczególnych osobników żywicielskich ze źródłami inwazji.

Z tej tak ściślej korelacji między strukturą i dynamiką populacji żywiciela, a strukturą i dynamiką parazytocoeniezy, zrodził się osobny wątek badawczy, w którym pasożyty pełnią rolę wskaźników dla struktury populacji żywiciela i dla zachodzących w niej procesów. Poprzestane tu na ogólnym stwierdzeniu, pasożyty bowiern jako wskaźniki populacji żywiciela będą przedmiotem kilku referatów materiałowych wygłoszonych na niniejszym Sympozjum, a także będzie o nich m.in. mowa w zagajeniu do dyskusji nad problematyką ochrony środowiska człowieka.

Tak więc w najogólniejszych zarysach przedstawia się dorobek myśli ekologicznej w parazytologii, a zwłaszcza parazytologii polskiej.

W zależności od szczebla organizacji, na którym prowadzono badania parazytologiczne, różnicowała się w znacznym stopniu problematyka tych badań oraz ich metodyka. Tak więc:

1. Na szczeblu pojedynczego osobnika żywicielskiego dominuje problematyka dotycząca stosunków zachodzących między pasożytami w zespołach bądź jedno- bądź wielogatunkowych oraz metodyka eksperymentalna.

2. Na szczeblu populacji żywiciela, problematyka skupia się na mechanizmach integracji w tym współistnieniu dwóch jednostek ekologicznych, jakimi są: populacja żywiciela i jej parazytocoenoza. Mogą temu służyć zarówno badania terenowe, jak eksperymentalne.

3. Na szczeblu biocenozy poszukuje się związków i współzależności między pasożytami jako komponentami danego ekosystemu, a innymi członkami biocenozy oraz próbuje się określić rolę pasożytów w biocenozie. Są to badania wyłącznie terenowe.

Omówione powyżej kierunki badawcze różniąc się między sobą zakresem badań i problematyką, mają jednak wspólną cechę. Mianowicie — bez względu na to czy mamy do czynienia z pojedynczym osobnikiem żywicielskim, z jego populacją, czy całą biocenozą, obiektem badań jest zawsze zintegrowany zespół pasożytów, jednostka ponadosobnicza, to jest populacja pasożytnicza, bądź parazytocoenoza.

II. EKOLOGIA PASOŻYTÓW JAKO ODRĘBNY KIERUNEK W PARAZYTOLOGII

W świetle tego co dotąd zostało powiedziane wydaje się, że zagadnienie badań ekologicznych w parazytologii dojrzało już do tego, aby określić miejsce tych badań w zespole działów parazytologicznych, aby zdefiniować czy i w jakim stopniu parazyto-ekologia jest odrębnym kierunkiem w parazytologii.

Poświęcę tej sprawie nieco miejsca, bowiem słyszy się czasem zdanie, że parazytologia z racji samej istoty pasożytnictwa jest nauką na wskroś ekologiczną. Poco zatem wyodrębniać ekologię pasożytów jako odrębny kierunek badawczy w parazytologii, skoro właściwie wszystko, albo przynajmniej prawie wszystko co dotyczy badań nad pasożytami jest z natury rzeczą ekologią. Takie stanowisko zawiera pewną dozę racji, ale od razu muszę to powiedzieć, racji opartej na uproszczonym pojmowaniu zakresu samej ekologii.

Biologiczne dziedziny wiedzy podlegają w toku swego istnienia swojej ewolucji. Na początkowych jej etapach odbywa się gromadzenie, opisywanie i klasyfikacja obiektów wchodzących w zakres danej dziedziny, co wiąże się z dominacją badań morfologicznych i taksonomicznych. Etapy późniejsze, to poszukiwanie procesów. Procesów bądź zachodzących wewnątrz obiektów, bądź też wiążących te obiekty ze środowiskiem. To przejście danej dziedziny od nauki opisowej do nauki funkcjonalnej pociąga za sobą poszukiwanie nowych dróg badawczych, stwarza tendencję do rozszerzania dotychczasowego, własnego kręgu problemów i metod, o problemy i metody innych gałęzi nauk. I wydaje się, że różnorodność tych kierunków „przyłączanych” świadczy w dużej mierze o stopniu rozwoju i bogactwie merytorycznym danej dziedziny.

Parazytologia z racji swego obiektu badań jakim jest układ „żywiciel-pasożyt”, bardzo wcześnie zaczęła być nauką funkcjonalną. Zwłaszcza dotyczy to parazytologii weterynaryjnej i lekarskiej, zajmujących się

mechanizmami epizooecji, przebiegiem chorób pasożytniczych, reakcjami żywiciela na inwazję, a więc nie tylko opisem stanów, ale także przebiegiem szeregu pasożytniczych zjawisk.

W parazytologii dotyczącej pasożytów zwierząt dzikich, ogromna mnogość form pasożytniczych, ich różnorodność taksonomiczna, wielkie bogactwo morfologicznych adaptacji do pasożytniczego trybu życia, skomplikowane cykle rozwojowe — sprawiły, że kierunki: systematyczny, faunistyczny, morfologiczny, mimo że zaliczane są do kierunków tradycyjnych, nie straciły dotąd na swym znaczeniu i aktualności. Jednakże obok nich narastają w parazytologii tendencje do szukania styku z innymi działami biologii jak np. z biochemią czy fizjologią — dla śledzenia procesów na szczeblu osobniczym, oraz ekologią — dla śledzenia procesów na szczeblu populacji pasożytniczych i parazytocenoz.

Ekologia — w najszerszym tego słowa znaczeniu, zaczęła pojawiać się w pracach parazytologicznych wcześniej i powszechniej niż np. biochemia czy fizjologia. Ten proces spontanicznej „ekologizacji” badań parazytologicznych (i chyba nie tylko parazytologicznych) był dotąd i nadal będzie zjawiskiem ze wszech miar pozytywnym, a przy tym — powiedziałabym, że na obecnym etapie wiedzy biologicznej — nieuniknionym. Bowiem nie sposób nie uwzględnić w badaniach jednego z podstawowych założeń klasycznej ekologii, to jest więzi i współzależności organizmów ze środowiskiem.

Należałoby jedynie w sposób jednoznaczny przeprowadzić rozdział pomiędzy tymi badaniami, które mają tylko „charakter” ekologiczny, a tymi które są ekologiczne w dosłownym znaczeniu. Wśród dziedzin biologii można wyróżnić:

1. Dziedziny problemowe, jak np. fizjologia, genetyka lub morfologia. Charakteryzują się one ściśle zdefiniowaną problematyką, która jednak może być realizowana na różnorodnych obiektach ze świata zwierzęcego i roślinnego.

2. Dziedziny taksonomiczne, jak helmintologia, entomologia czy teriologia. Charakteryzują się one określonym obiektem badań, zaś problematyka ich jest różnorodna i niespecyficzna.

3. Można przyjąć jeszcze inne kryterium podziału. Mianowicie zakładając, że cała biologia jest — mówiąc najogólniej — nauką o strukturze i funkcji różnych form żywej przyrody, można wyróżnić poszczególne działy w oparciu o poziom organizacji badanego obiektu. Tak więc cytologia zajmuje się strukturą i funkcją komórki, histologia — strukturą i funkcją tkanek, morfologia i fizjologia — strukturą i funkcją osobników. I wreszcie ekologia — strukturą i funkcją jednostek ponadosobniczych, to znaczy populacji, biocenoz czy ekosystemów. I to właśnie, że ekologia dotyczy poziomów organizacji powyżej osobnika, wyróżnia ją spośród innych dziedzin biologii, determinując zarazem jej problematykę i metodykę.

Analogicznie rzecz przedstawia się z ekologią pasożytów. W swoim czasie zaproponowałam dla tego kierunku termin „parazytosynekologia” dla podkreślenia, że obiektem badań są tu wyłącznie pasożytnicze jednostki synekologiczne, to jest ponadosobnicze. Na pewnym etapie rozwoju samej ekologii, na etapie uściślenia jej zakresu, problematyki i założeń merytorycznych, wyodrębnienie synekologii odegrało istotną rolę. Polegała ona na wytyczeniu wyraźnej granicy pomiędzy ekologią gatunku czyli autekologią (która ujmuje współzależności z czynnikami środowiska

zewnątrznego na płaszczyźnie osobniczej) — a ekologią populacji, biocenozy, ekosystemu, czyli ekologią właściwą.

Jakie są różnice między ekologią gatunku czyli ekologią osobnika, a ekologią jednostek ponadosobniczych? Posłużę się tu przykładami zaczerpniętymi z parazytologii:

Pierwsza grupa przykładów ma zilustrować tezę, że procesy zachodzące w populacji nie są sumą procesów zachodzących w pojedynczych osobnikach należących do tej populacji.

Mówimy o jakiejś populacji, że podlega aktualnie epidemii, czy epi-zoocji. W skali populacyjnej tak jest istotnie, mimo że w tej populacji są także osobniki zdrowe. I odwrotnie. Mówimy, że populacja jest zdrowa, mimo że jakieś poszczególne osobniki do niej należące podlegają chorobie. Mówimy, że jakiś gatunek pasożyta jest w danej populacji żywiciela dominantem. W skali populacyjnej tak jest istotnie, ale w tejże populacji istnieją osobniki w ogóle tym dominantem nie zarażone, albo osobniki wprawdzie zarażone, w których jednak pasożyt ten ulega liczebnościowo innemu gatunkowi, mimo że ten ostatni w skali populacyjnej dominantem nie jest. Przykłady takie można by mnożyć. Przejdźmy zatem do sprawy drugiej.

Prawidłowości, zakresy tolerancji ustalone dla jakiegoś gatunku nie pokrywają się z tym, co się realizuje w poszczególnych populacjach i biocenozach. Można to rozpatrzyć na przykładzie specyficzności pasożytów i żywicieli.

Na podstawie danych z literatury można ustalić aktualną listę gatunków pasożytniczych spotykanych kiedykolwiek i gdziekolwiek u danego gatunku żywiciela. Z punktu widzenia cech fizjologicznych, immunologicznych, adaptacyjnych itp., dany gatunek żywiciela może ulec zarażeniu każdym z pasożytów wymienionych na tej liście, o ile zetknie się ze źródłem inwazji. Jednakże w warunkach naturalnych nie istnieje populacja tego gatunku żywiciela w której występowałyby te wszystkie potencjalnie możliwe gatunki pasożytów. Czyli w konkretnych warunkach, w konkretnych populacjach to teoretyczne maksimum jest znacznie zredukowane, przy czym praktycznie nie istnieją dwie populacje tego samego gatunku żywiciela, które miałyby parazytocenozy identyczne pod względem struktury jakościowej i ilościowej.

Czynniki morfologiczne, fizjologiczne, biochemiczne, czyli gatunkowe cechy specyficzności wyznaczają pełny zakres możliwości istnienia danego gatunku pasożyta w danym gatunku żywiciela. Natomiast w konkretnych biocenozach realizuje się tylko pewien zawężony przedział tych możliwości, uwarunkowany przez strukturalną i funkcjonalną specyfikę tej biocenozy, przez strukturę i dynamikę populacji żywicielskich oraz przez układ stosunków panujących w obrębie samej parazytocenozy. Na przykład: pasożyt specyficzny dla danego żywiciela, mogący teoretycznie osiągnąć w nim dużą intensywność i ekstensywność inwazji, optymalne tempo rozwoju, optymalną produkcję rozrodczą itp., w konkretnych warunkach biocenotycznych bądź to na skutek mało efektywnej drogi krążenia, bądź ostrej konkurencji ze strony współwystępujących gatunków pasożytniczych, bądź jeszcze innych przyczyn, może być tak ograniczony w swoich możliwościach życiowych, że będzie stwarzał pozory pasożyta niespecyficznego.

W świetle tego co zostało dotąd powiedziane, można się zatem pokusić o zdefiniowanie ekologii pasożytów jako odrębnego kierunku badań w parazytologii.

Jest to mianowicie nauka o strukturze i funkcji naturalnych ugrupowań pasożytów w naturalnych ugrupowaniach żywicieli, czyli jest to nauka o strukturze i funkcji ekologicznych układów „żywiciel-pasożyt”.

Kierunek ten powstał ze sprzężenia dwóch dyscyplin: parazytologii, od której zaczerpnął obiekty badań oraz ekologii — od której przejął metodologię zaadaptowaną tam, gdzie to było konieczne do potrzeb i specyfiki pasożytnictwa.

Głównym założeniem merytorycznym tego kierunku jest to, że pasożyty występując w swoich środowiskach (to znaczy na szczeblu pojedynczego osobnika żywicielskiego, populacji żywiciela, lub biocenozy), podlegają procesom komasacji, dyferencjacji oraz integracji, co pozwala zespoły pasożytnicze traktować nie jako przypadkowy zbiór osobników, lecz jako realnie istniejące „zorganizowane” jednostki ekologiczne.

Głównym zadaniem ekologii pasożytów jest ustalanie mechanizmów determinujących, regulujących, a także dezorganizujących strukturę i dynamikę populacji pasożytniczych i parazytocenoz, oraz wykorzystywanie pasożytów jako bioindykatorów w populacjach żywicieli i w ekosystemach.

Głównym założeniem metodycznym tego kierunku jest podporządkowanie zbioru żywicieli wymaganiom metodyki ekologicznej. Natomiast w metodyce parazytologicznej konieczne są poszukiwania, doskonalenia i adaptowania do specyfiki badań terenowych, metod przeżyciowej oceny stopnia zarażenia danej populacji żywiciela. Ma to bardzo istotne znaczenie, bowiem tradycyjna metoda sekcji, aczkolwiek pozwala na dokładny wgląd w populację pasożytniczą, to jednak jest równoznaczna ze śmiercią żywiciela i zagładą pasożytów. Tak więc metody przeżyciowe, nawet jeśli byłyby obarczone sporym błędem, to zakładając, że powtarzałyby się on stale w kolejnych próbach, uzyskiwalibyśmy wprawdzie mylne informacje co do wielkości populacji, ale zmiany wielkości tej populacji dałyby się uchwycić, a w tego typu badaniach o to głównie chodzi.

Podsumowując, wydaje się, że ekologia pasożytów (czy może parazyto-synekologia) jest kierunkiem stwarzającym rozległe możliwości poznawcze zarówno teoretyczne, jak praktyczne. Przy czym może on wzbogacić nie tylko naukę własną, to znaczy parazytologię, ale także pozwala na swoim specyficznym modelu naświetlać, a nawet rozstrzygać szereg problemów teoretycznych z zakresu ekologii i biologii.

LITERATURA

- [1] Berlinghame P. L., Chandler A. — *Host-parasite relations of Moniformis dubius (Acanthocephala) in Albino rats, and the environment nature of resistance to single and superimposed infections with this parasite.* Am. J. Hyg., 33, 1941.
- [2] Chandler A. — *The effect of number and age of worms on development of primary and secondary infections with Hymenolepis diminuta in rats, and an investigation into the true nature of „premunitio” in tapeworm infections,* Am. J. Hyg., 29, 1939.
- [3] Guttowa A. — *Experimental investigations on the systems „Procercoids of Diphyllbothrium latum L. — Copepoda”.* Acta Par. Pol., 9, 25, 371—408, 1961.
- [4] Holmes J. C. — *Effects of concurrent infections on Hymenolepis diminuta (Cestoda) and Moniliformis dubius (Acanthocephala). I. General effects and comparison with crowding.* J. of Par., 47, 2, 1961.

- [5] Holmes J. C. — Effects of concurrent infections on *Hymenolepis diminuta* (Cestoda) and *Moniliformis dubius* (Acanthocephala). II. Effects on growth. J. of Par., 48, 1, 1962.
- [6] Jarecka L. — Plancton Crustacea in the cycle of Tapeworm occuring of Drużno-Lake. Acta Par. Pol., 6, 2, 1958.
- [7] Keeling J. E. D. — Experimental Trichuriasis. I. Antagonism between *Trichuris muris* and *Aspicularis tetraptera* in the Albino mice. J. of Par., 47, 4, 1961.
- [8] Kisielewska K. — O stosunkach wewnątrzpopulacyjnych u larw *Drepanidotaenia lanceolata* (Bloch) w niektórych żywicielach pośrednich. Acta Par. Pol., 5, 4, 1957.
- [9] Kisielewska K. — O zjawiskach obumierania larw *Drepanidotaenia lanceolata* (Bloch) w niektórych żywicielach pośrednich. Acta Par. Pol., 5, 11, 1957.
- [10] Kisielewska K. — Types of Copepoda and *Drepanidotaenia lanceolata* (Bloch) host-parasite systems established experimentally. Acta Par. Pol., 7, 17, 1959.
- [11] Kisielewska K. — Izpołzowanie gelmintologiczeskich danych pri izuczenii biologii mikromammalii. Helmintologia, 4, 1—4, 206—212, 1962—1963.
- [12] Kisielewska K. — Food composition and reproduction of *Sorex araneus Linnaeus, 1758* in the light of parasitological research. Acta Theriol., 7, 9, 1963.
- [13] Kisielewska K. — O regulacji liczebności w populacjach pasożytów. Kosmos, A, 14, 5, 1965.
- [14] Kisielewska K. — O tematyce ekologicznej w parazytologii. Kosmos A, 14, 1, 1965.
- [15] Kisielewska K. — Naturalne jednostki zbiorcze pasożytów jako przedmiot badań parazytosynecologii. Kosmos, 1968.
- [16] Kisielewska K. — On the Theoretical Foundations of Parasitosynecology. Bull. de l'Acad. Pol. des Sciences, Cl. II., 18, 2, 103—106, 1970.
- [17] Kisielewska K. — Zagadnienie specyficzności w układzie „żywiciel-pasożyt”. Wiad. Parazyt., 16, 5—6, 651—652 i 656—657, 1970, Pamiętnik Zjazdu PTP.
- [18] Kisielewska K. — Ecological organization of intestinal helminth groupings in *Clethrionomys glareolus* (Schreb.) (Rodentia). I. Structure and seasonal dynamics of helminth groupings in a host population in the Białowieża National Park. Acta Par. Pol., 18, 13, 121—147, 1970.
- [19] Kisielewska K. — Ecological organization ... II. An attempt at and introduction of helminths of *Cl. glareolus* from the Białowieża National Park into the island of the Beldany Lake (Mazurian Lakeland). Acta Par. Pol., 18, 14, 149—162, 1970.
- [20] Kisielewska K. — Ecological organization ... III. Structure of helminth groupings in *Cl. glareolus* populations of various forest biocoenoses in Poland. Acta Par. Pol., 18, 15, 163—176, 1970.
- [21] Kisielewska K. — Ecological organization ... IV. Spatial structure of a helminth grouping within the host population. Acta Par. Pol. 18, 16, 177—196, 1970.
- [22] Kisielewska K. — Ecological organization ... V. Some questions concerning helminth groupings in the host individuals. Acta Par. Pol., 18, 17, 197—208, 1970.
- [23] Kisielewska K. — Intestinal helminth as Indicators of the Age Structure of *Microtus arvalis* Pallas, 1778 Population. Bull. de l'Acad. Pol. des Sc., Cl. II., 19, 4, 1971.
- [24] Kisielewska K. — Les problemes de synecologie chez les helminthes parasites de Micromammiferes, 1-er Multicolloque Europeen de Parasitologie 1—4 sept., 1971.

- [25] Kisiielewska K., Frączak K., Krasowska I., Zubczewska Z. — *Structure of the intestinal helminthocoenosis in the population of Microtus arvalis Pallas 1778 and the mechanism of its variability.* Acta Par. Pol., 21, 5, 71—83, 1973.
- [26] Kisiielewska K., Zubczewska Z. — *Intestinal helminths as indicators of the dynamics reproduction of Microtus arvalis population.* Acta Theriol., 1973.
- [27] Kozicka J. — *Diseases of fishes of Drużno Lake.* Acta Par. Pol., 6, 20, 394—432, 1958.
- [28] Krupp J. M. — *Effects of crowding and superinfection habitat selection and egg production in Ancylostoma caninum.* J. of Par., 47, 5, 1961.
- [29] Michajłow W. — *Les adaptations graduelles des Copepodes comme premiers hotes intermediaires de Triaenophorus nodulosus Pall.* Ann. de Parasitologie, 10, 4, 1932.
- [30] Michajłow W. — *Les stades larvaires de Triaenophorus nodulosus (Pall.). I. Le coracidium.* Ann. de Parasitologie Hum. et Comp., 11, 5, 1933.
- [31] Michajłow W. — *Über das Bedürfnis einer Vereinheitlichung der Forschungsmethoden, die sich auf die Copepoden als Zwischenwirte der Cestoden beziehen.* Zool. Pol., 3, 1938.
- [32] Michajłow W. — *O stosunkach wewnątrzągatkowych w populacjach procerkoidów Triaenophorus lucii (Müll.).* Acta Par. Pol., 1, 1, 1953.
- [33] Michajłow W. — *O niektórych woprosach wzaimootnoszenii między pierwymi promięzutočnymi chazajewami i liczynkami cestod.* Zool. Żurn., 34, 5, 1955.
- [34] Michajłow W. — *W sprawie metodyki badania rozwoju Pseudophyllidae w pierwszych żywicielnach pośrednich.* Wiad. Par., suppl., 5, 1956.
- [35] Michajłow W. — *Stosunki międzygatkowe w parazytocenozach niektórych widłonogów (Copepoda).* Acta Par. Pol., 6, 14, 1958.
- [36] Michajłow W. — *Miężwidowyye wzaimootnoszenia liczinok dwóch widow cestod w promięzutočnym chazajanie.* Zool. Żurn., 38, 6, 1959.
- [37] Naumow N. P. — *Miężwidowyye i wnutriwidowyye odnoszenia u żywotnych.* Usp. Sovr. Biol., 41, 74—89, 1956.
- [38] Pawłowski E. N. — *Organizm. kak sreda opitania.* Priroda, 1, 80—91, 1934.
- [39] Pawłowski E. N. — *Uczenie o biocenozach prilożenii k niektórym parazytologiczeskim problemom.* Izw. Ak. N. SSSR, ser. Biol., 4, 1385—1422, 1937.
- [40] Pawłowski E. N. — *Conditions and factors affecting the formation of the host organism of a parasite in the process of evolution.* Zool. Żurn., 25, 4, 289—304, 1946.
- [41] Pawłowski E. N., Gniezdilow W. G. — *Wyżywajemost lentiecow pri rozlicznoj intensywnosti zarażenia imi sobak.* Cztenia Pam. Cholodk. AN SSSR, 1950.
- [42] Pawłowski E. N., Gniezdilow W. G. — *Wnutriwidowyye i miężwidowyye odnoszenia sredi komponentow parazytocoza kiszecznika chazajna.* Zool. Żurn., 32, 1953.
- [43] Przyjałkowski Z. — *Badania nad zależnością bakterii i robaków jelitowych z uwzględnieniem zwierząt bezbakteryjnych. I. Niektóre ogólne aspekty zagadnienia oraz wyniki doświadczeń in vitro i na zwierzętach konwencjonalnych.* Wiad. Par., 14, 383—406, 1968.
- [44] Przyjałkowski Z. — *Badania nad zależnością bakterii i robaków jelitowych żywicieli z uwzględnieniem tych zależności u zwierząt gnotobiotycznych. II. Badania wpływu bakterii na rozwój pasożytów u zwierząt gnotobiotycznych.* Wiad. Par., 15, 3—18, 1969.
- [45] Roberts L. S. — *The influence of population density on patterns and physio-*

- logy of growth in *Hymenolepis diminuta* (Cestoda: Cyclophyllidae) in the definitive host. Exp. Par., 11, 4, 1961.
- [46] Stefański W. Stosunki biocenotyczne pomiędzy fauną pasożytniczą i florą bakteryjną. Kosmos, Seria A, Biolog. 1, 12, 1955.
- [47] Stefański W. — Les relations biocenotiques entre la faune parasitaire et la flora bacterienne du tract digestif. II. Le role des helminthes dans la transmission du rouget du porc. Acta Par. Pol., 4, 1956.
- [48] Stefański W. — Bacterial flora as one of the ecological factors affecting the establishment of parasites in the intestines of their hosts. Acta Par. Pol., 13, 1965.
- [49] Stefański W., Przyjałkowski Z. — Nouvelles recherches sur l'influences de la flore bacterienne sur l'establissement des Helminthes dans leur hotes. Acta Par. Pol., 15, 1967.
- [50] Sulgostowska T. — Flukes of birds of Družno lake. Acta Par. Pol., 6, 3, 111—142, 1958.
- [51] Tarczyński S. — O zmienności struktur populacyjnych *Oesophagostomum dentatum* Rudolphi, 1803 w zależności od intensywności inwazji, gatunku żywiciela i jego warunków bytowania. Wiad. Par., 7, 2, Suppl., 1961.
- [52] Wiśniewski L. W. — Zagadnienia biocenologiczne w parazytologii. Wiad. Par., 1, 1955.
- [53] Wiśniewski L. W. — Characterization of the parasifouna of an eutrophic lake. Acta Par. Pol., 6, 1, 1958.
- [54] Wiśniewski L. W., Szymanik K., Bażańska K. — The formation of structure in tapeworm population. Acta Par. Pol., 6, 1958.
- [55] Yozima F., Machida R. — On the ecological relations of parasite state of *Ancylostoma caninum*, especially on the density effect of population. Jap. J. of Par., 7, 6, 1958.
- [56] Zebrowska D. — O stosunkach wewnątrzpopulacyjnych u tasiemca, *Dipylidium caninum* (Linne, 1758) w przewodzie pokarmowym psa. Wiad. Par., 10, 4—5, 1964.
- [57] Zebrowska D. — O stosunkach wewnątrzpopulacyjnych u tasiemców. Wiad. Par., 11, 1—2, Suppl., 1965.

PROBLEMATYKA EKOLOGICZNA W PROGRAMIE „CZŁOWIEK I ŚRODOWISKO”

I. UWAGI OGÓLNE

1. Optymalna organizacja i dostosowanie środowiska przyrodniczego do zmieniających się potrzeb człowieka, to podstawowy i najogólniejszy kierunek i cel badawczy programu „Człowiek i środowisko”.

Nauki ekologiczne, bazując na swojej teorii naukowej i metodyce powinny stać się podstawą racjonalnej organizacji środowiska przyrodniczego (biosfery) zarówno w sensie przestrzennego zagospodarowania, jak optymalnych konstrukcji krajobrazu, czy struktury poszczególnych ekosystemów lub nawet ich części.

2. Człowiek ingerujący w przyrodę nie nawykł patrzeć na negatywy swojej działalności. Zbyt często motorem działania stają się wąsko pojęte korzyści materialne, bez względu na straty wyrządzone w środowisku przyrodniczym. Planowa, kompleksowa i perspektywiczna działalność gospodarcza w krajach socjalistycznych pozwala na szeroką analizę i prognozowanie nie tylko korzyści, ale i strat, jakie pociąga działalność gospodarcza. Dlatego jednym z głównych zadań ekologicznych w ramach problematyki „Człowiek i środowisko” jest również rejestracja takich ubocznych skutków ekologicznych powodowanych działalnością gospodarczą i szukanie środków zaradczych. Badania powinny obejmować różnorodne wpływy działalności człowieka na jego środowisko życia. Powinno się wykorzystywać dlatego znajomość różnorodnych typów ingerencji: przemysł, rolnictwo, urbanizacja, komunikacja itp. i badać ich wpływy na różne ekosystemy, na ich strukturę, produktywność, funkcjonowanie, stabilność itp.

3. Zwłaszcza badania nad strukturą krajobrazu, w tym krajobrazu rolniczego wydają się jednym z głównych zadań stojących przed ekologią w omawianym programie. Optymalny udział i układ przestrzenny pól, łąk, lasów, zakrzewień, zbiorników wody — tworzenie „mikrośrodków” zapewniających bytowanie pożytecznym zespołom organizmów, słowem wzbogacanie, urozóżnorodnianie środowiska antropogenicznego, powinno prowadzić do stabilizacji i homeostazy biocenoz, a tym samym do wyraźnego ograniczenia chemicznych środków ochrony roślin i zwalczania chwastów.

4. Nieodzowną podstawę optymalnej organizacji środowiska, a zwłaszcza struktury krajobrazu powinny stanowić różnorodne dyscypliny przyrodnicze ujęte przestrzennie, jak zdobycze geografii fizycznej, geologii, hydrologii, gleboznawstwa, geobotaniki. Szczególnie ta ostatnia dys-

cyplina może mieć duże znaczenie praktyczne przy tworzeniu nowych układów, doskonaleniu i przebudowie już istniejących środowisk antropogenicznych. Sporządzanie map rzeczywistej roślinności potencjalnej ma ogromną wartość wskaźnikową całokształtu warunków przyrodniczych środowiska, zmienności czynników ekologicznych w skali lokalnej i regionalnej.

5. Ekolog — najpełniej chyba zdający sobie sprawę ze złożoności zjawisk — powinien zawsze wysuwać postulat wielodyscyplinarnego współdziałania oraz koordynacji działalności człowieka w środowisku przyrodniczym. Oceny i badania wielospecjalistyczne powinny stanowić podstawę w podejmowaniu odpowiednich decyzji gospodarczych.

6. Badania ekologiczne winny dawać długofalowe podstawy do działania i decyzji poprzez informację o strukturze i funkcji ekosystemów i krajobrazu oraz doraźne, szybkie wskazówki — poprzez wskaźniki ekologiczne sytuacji środowiskowej.

7. Wszędzie tam, gdzie zamierza się przekształcać środowisko przyrodnicze człowieka, ekolog powinien występować w charakterze eksperta.

II. KLASYFIKACJA PROBLEMATYKI EKOLOGICZNEJ Z PUNKTU WIDZENIA PROGRAMU „CZŁOWIEK I ŚRODOWISKO”

1. Ekologiczne skutki działania człowieka:
 - a. Oddziaływanie przemysłu, urbanizacji, rolnictwa itp., chemizacja powietrza, gleby, wody (emisje przemysłowe, nawożenie, pestycydy, herbicydy, ścieki itp.). Rejestracja i dokumentacja ekologiczna w powyższym zakresie.
 - b. Oddziaływanie melioracji (wodnych i fitomelioracji) jako czynnika w ekologicznym sterowaniu gospodarką wodną, szatą roślinną, produkcją biologiczną, mikroklimatem itd.
2. Procesy ekologiczne decydujące o stabilności i funkcjonowaniu ekosystemów:
 - a. Badania nad krążeniem substancji w ekosystemach i pomiędzy nimi:
 - cykle biogeochemiczne, krążenie wody,
 - retencja organiczna gleb oraz procesy humifikacji i mineralizacji jako czynniki równowagi w odżywianiu mineralnym organizmów.
 - b. Badania stabilności, równowagi biocenotycznej oraz procesów i mechanizmów regulujących w celu biologicznego (niechemicznego) zwalczania szkodników.
 - c. Badania procesów sukcesyjnych:
 - roślinność a erozja,
 - rekultywacja przemysłowa (hałdy, wyrobiska, tereny zniszczone chemicznie),
 - sukcesje pomelioracyjne,
 - sukcesje w zbiornikach wodnych.
 - d. Badania produktywności biologicznej ekosystemów o różnym stopniu ingerencji człowieka.
 - e. Synantropizacja szaty roślinnej i fauny w zależności od stopnia ingerencji człowieka.

3. Badania nad kompleksowym zagospodarowaniem kraju z punktu widzenia optymalnego rozwoju środowiska biotycznego dla zapewnienia optymalnego rozkładu w przestrzeni terenów produkcyjnych, przemysłowych, rekreacyjnych itp.

III. PROBLEMATYKA POSZCZEGÓLNYCH TYPÓW ŚRODOWISK

1. Agrocenozy:

- a. Wpływ płodozmianu na skład i stabilność biocenoz.
- b. Wpływ zabiegów technicznych i chemizacji agrocenoz na stosunki biocenotyczne upraw.
- c. Konstrukcja ekosystemów polnych w celu ograniczenia występowania szkodników roślin (wykorzystanie wzajemnych wpływów różnych upraw w czasie i przestrzeni, optymalny układ miedz, zadrzewień, i zakrzewień, zbiorników wodnych itp., w celu stworzenia sprzyjających warunków dla rozwoju biocenoz niedopuszczających do masowych pojawów szkodników upraw).
- d. Kompleksowe zabiegi ochrony roślin z punktu widzenia ograniczenia chemizacji.
- e. Konstrukcja krajobrazu rolniczego dla polepszenia i stabilności stosunków wodnych, glebowych, hydrologicznych, mikroklimatycznych itp. z ewentualnym uwzględnieniem aspektów obronności kraju.
- f. Analiza wpływu na glebę i wydajność gospodarczą zabiegów „wyprzedzeniowych” (wysokie dawki nawozów, pestycydów, herbicydów itp.) celem prognozowania niebezpieczeństw i sugerowania rozwiązań.
- g. Kształtowanie optymalnych właściwości gleby (nawożenie, zabiegi techniczne itd.) z punktu widzenia produktywności, krążenia materii, stabilności ekosystemu i występowania szkodników.
- h. Kształtowanie sytuacji optymalnych z punktu widzenia likwidacji zatruc środowiska herbicydami i pestycydami.
- i. Kształtowanie sytuacji optymalnych dla utrzymania w glebie soli mineralnych, przeciwdziałania spływaniu ich do wód.

2. Użytki zielone:

- a. Wpływ melioracji na produkcję i stabilność użytków zielonych.
- b. Ekologiczne skutki wysokich dawek nawozowych.
- c. Rola ekosystemów trawiastych w retencjonowaniu wody i substancji odżywczych.
- d. Rola łąk w przechwytywaniu nadmiaru substancji mineralnych (nawożenia) spływających z pól (zmniejszenie eutrofizacji wód) oraz mineralno-organicznych (ścieki komunalne i niektóre przemysłowe).
- e. Znaczenie roślinności trawiastej w zagospodarowaniu terenów zniszczonych (ochrona zboczy, rekultywacja terenów poprzemysłowych itp.).

3. Środowiska leśne:

- a. Skład i stabilność biocenoz w zbiorowiskach leśnych (o różnym składzie gatunkowym) naturalnych i sztucznych (monokulturach).

- b. Wzbogacanie biocenoz w monokulturach, w celu biologicznego zwalczania szkodników (remizy, półka śródleśne, pasy okrajkowe itp.).
- c. Wpływ gospodarki zrębowej i innych nowoczesnych metod pozysku drewna na stosunki ekologiczne środowiska leśnego.
- d. Ekologiczne skutki wysokich dawek nawozowych.
- e. Rola ekosystemów leśnych w retencjonowaniu wody i substancji odżywczych.
- f. Rola lasów w przechwytywaniu nadmiaru substancji mineralnych (nawożenia) spływających z pól (zmniejszanie eutrofizacji wód) oraz mineralno-organicznych (ścieki komunalne i niektóre przemysłowe).
- g. Znaczenie lasów w zagospodarowaniu terenów zniszczonych (ochrona zboczy, rekultywacja terenów poprzemysłowych itp.).
- h. Retencja materii organicznej w różnych typach lasu.
- i. Optymalizacja pogłowia i rozmieszczenia zwierzyny leśnej poprzez organizację struktury środowiska i regulację struktury populacji.

4. Środowiska wodne:

- a. Oczyszczanie wód metodą biologiczną — przez wykorzystanie ścieków do hodowli ryb czy innych organizmów, przy intensywnej ich eksploatacji, w stawach lub specjalnych zbiornikach.
- b. Przeciwdziałanie niekorzystnym efektom nadmiernej eutrofizacji poprzez modyfikację środowiska wodnego (usuwanie bogatych wód hypolimnionu, napowietrzanie, wytrącanie soli mineralnych itd., zmiana stosunków ilościowych soli, dodawanie mikroelementów itd.), oraz biocenozy (introdukcja odpowiednich gatunków ryb, regulacja liczebności niektórych bezkręgowców) — celem obniżenia trofizmu, bądź utrzymania maksymalnie wysokiej czystości wody mimo wysokiej jej trofii.
- c. Optymalizacja ichtiofauny:
 - podwyższenie produkcji ryb poprzez kontrolę czynników oddziałujących bezpośrednio na populację (jej przeżywalność oraz intensywność wzrostu osobniczego), jak również poprzez przekształcanie ekosystemu i zmiany kierunków przepływu energii i krążenia materii (np. przez ryby roślinożerne i planktonożerne, nawożenie, introdukcję organizmów pokarmowych itd.).
 - zwiększenie liczebności i produkcji ryb atrakcyjnych dla wędkarstwa (węgorze, łososiowate, szczupak, okoń itp.). — metodami jak wyżej,
 - zagospodarowanie rybackie środowisk specjalnych jak wody podgrzane, zasolone itp.
- d. Melioracja zbiorników i cieków:
 - zagospodarowanie brzegów zbiorników i cieków z punktu widzenia walorów rekreacyjnych (ochrona plaż przed zarastaniem i zabagnianiem),
 - organizacja roślinności wodnej i środowisk sąsiadujących z punktu widzenia siedlisk dla atrakcyjnego ptactwa wodnego,
 - zwalczanie nadmiernego rozwoju roślinności wodnej.

5. Środowiska zurbanizowane:

- a. Ekologiczne układy wskaźnikowe zmian zachodzących pod wpływem urbanizacji.
- b. Rola synantropów w środowisku miejskim, synantropizacja nowych gatunków, pozytywy i negatywy tego zjawiska.
- c. Zagadnienia epizootyczno-sanitarne w środowisku biotycznym terenów zurbanizowanych i ekologiczna jego konstrukcja z tego punktu widzenia.
- d. Konstruowanie biotycznego środowiska miejskiego z punktu widzenia jego cech użytkowych: roli klimatotwórczej, pyłochłonnej, akustycznej, estetycznej itp. przy uwzględnieniu zwiększania jego bogactwa i procesów samoregulacyjnych.
- e. Elementy sukcesyjnego tworzenia się ekosystemów w środowisku biotycznym o różnym stopniu ingerencji człowieka (od trawnika ulicznego do zieleni w koloniach domków jednorodzinnych).
- f. Wstępna ekspertyza ekologiczna przy planowaniu terenów do zabudowy, rekreacji, transportu itp.
- g. Ekologiczne zagadnienia w konstruowaniu biologicznej ochrony strefy wokółmiejskiej (ekologiczne walory różnych ekosystemów istniejących, planowanie ekosystemów docelowych, gospodarka w tych ekosystemach, wzajemne ich wpływy itp.).

6. Środowiska poprzemysłowe:

- a. Wskaźnikowe reakcje określonych populacji, łańcuchów troficznych zespołów itp. na niszczenie środowiska biotycznego przez różną działalność przemysłu.
- b. Wpływ emisji przemysłowych na zmiany w strukturze i procesach ekosystemów: prognozy zmian jako podstawy do planowania gospodarczego.
- c. Konstruowanie specjalnych ekosystemów ochronnych (przyjmujących niekorzystne wpływy) i utylizujących. Problemy stymulacji procesów oczyszczających, wytrzymałość ekosystemów na niekorzystne wpływy oraz problemy właściwego użytkowania ekosystemu w zaistniałych warunkach.
- d. Konstruowanie środowiska biotycznego wewnątrz terenów uprzemysłowionych (zieleń w fabryce).
- e. Ekologiczne urządzenie krajobrazu przekształcanego przez przemysł; przepływ substancji szkodliwych między ekosystemami, wzajemne wpływy ochronne ekosystemów itp.

7. Chronione środowiska pierwotne (parki narodowe i rezerваты):

- a. Charakterystyka stosunków ekologicznych (struktury i funkcji ekosystemów oraz powiązań międzyekosystemowych) na obszarach chronionych jako podstawa do ich utrzymania w czasie w stanie niezmienionym.
- b. Zmiany sukcesyjne, ich przebieg i przeciwdziałanie im na obszarach parków narodowych i rezerwatów.
- c. Ekologiczne podstawy przeciwdziałania inwazji na tereny parków narodowych i rezerwatów gatunków synantropijnych i ekologicznie obcych.
- d. Zachowanie w równowadze biocenotycznej populacji niedostatecznie regulowanych na terenach parków narodowych i rezerwatów (normy zagęszczenia, metody regulacji itp.).

- e. Mechanizmy regulujące populacje o niskiej liczebności jako podstawa do opracowania metod ich ochrony i podniesienia stanu liczebnego.
- f. Wskaźniki określające urządzenie, gospodarkę i zasięg stref ochronnych dla parków narodowych i rezerwatów w zależności od specyfiki i nasilenia różnych niekorzystnych wpływów zewnętrznych naruszających stabilność tych terenów chronionych.
- g. Planowanie układów makroekologicznych z punktu widzenia nienaruszenia fragmentów przyrody pierwotnej.

J. B. Faliński: *Anthropochory in xerothermic grasslands in the light of experimental data*. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, vol. XLI, nr 3, 1972, s. 357—368.

Artykuł J. B. Falińskiego dotyczy antropochorii badanej metodą eksperymentalną w murawach kserotermicznych. Badano murawy (zespół Phleo-Veronicetum) pagórków kemowych Równiny Bielskiej na Podlasiu. Lecz zbiorowisko roślinne stanowiło jedynie warsztat pracy. Przedmiotem zaś badań było zjawisko epiantropochorii tzn. rozsiewania roślin za pośrednictwem zewnętrznych części garderoby i ciała człowieka, a celem — scharakteryzowanie jakościowe i ilościowe tego procesu.

Badania terenowe prowadzono na 15 stałych poletkach o określonym uprzednio składzie florystycznym. Każde poletko otrzymało plan, wg którego poruszał się człowiek zbierając na swych butach i spodniach diaspory aktualnie owocujących roślin. Zebrany w ten sposób materiał został poddany analizie. Dla porównania wyników na pięciu wybranych powierzchniach powtórzono te same czynności w roku następnym. Ponadto zostało wykonane proste doświadczenie — przyciąganie diaspor przez naelektryzowaną płytę polistyrenową — potwierdzające własności ich łatwego elektryzowania się.

Wyniki badań obejmują dane ilościowe (ilość diaspor, liczba gatunków), dane jakościowe (jakie gatunki, jakie diaspory), kilka wzajemnych zależności (przedstawionych w tabelach i diagramach) i nasuwające się w związku z tym wnioski. Zdaniem autora istnieje zależność między ilością zebranych diaspor (czyli stopniem epiantropochorii) a bujnością roślinności określoną jako suma stopni pokrycia gatunków danej powierzchni. Dotyczyło to jedynie wariantu typowego zespołu; wariant suchy, charakteryzowany przez niższą i mniej bujną roślinność, dał około 8 razy mniej diaspor. Interesujące jest stwierdzenie dużej ich liczebności w przypadku niektórych gatunków (np. *Pimpinella saxifraga*) o diasporach gładkich, bez wyraźnych mechanicznych przystosowań do tej formy rozsiewania. Została także zauważona wyraźna różnica w ilościach nasion i owoców zebranych na pięciu porównywanych w obu latach powierzchniach — skutek różnych warunków meteorologicznych przed doświadczeniami. Wyniki te jak i szereg spostrzeżeń stały się materiałem do kilku ważnych stwierdzeń zawartych w dyskusji i zakończeniu pracy.

Zasadniczym wnioskiem końcowym jest ukazanie jednej z możliwych dróg tworzenia się wtórnych muraw kserotermicznych, mianowicie wskutek wędrówek diaspor roślin „stepowych” z osiedlającą się ludnością. Antropochoria może wyjaśnić występowanie zarówno większych skupień roślin kserotermicznych, jak i rozprzestrzenianie się pojedynczych ich gatunków. Na szczególną uwagę zasługuje dostrzeżenie elektryzowania się nasion lub owoców wskutek pocierania przez odzież człowieka, doświadczalne tego potwierdzenie oraz ocena tego zjawiska jako przyczyny rozsiewania niektórych gatunków roślin. Wnioski te decydują o tym, że publikację J. B. Falińskiego ocenić należy jako pracę wnoszącą, do ekologii i fitogeografii, nowe i cenne wartości teoretyczne.

Ten całkiem nieskomplikowany eksperyment stanowi również ważny i interesujący wzorzec metodyczny. Zastosowany eksperyment autor nazywa „eksperymentem naśladowczym”, tzn. iż tok doświadczeń jest jak najbardziej podobny do naturalnych zjawisk, w tym przypadku — oddziaływań ludzi na zbiorowiska roślinne muraw. Eliminuje on w dużym stopniu błąd mogący wynikać z samego charakteru badań.

Polskich prac w zakresie eksperymentalnej ekologii i fitosocjologii jest niewiele. Zasluguje więc w pracy J. B. Falińskiego na podkreślenie zastosowanie metody opartej na stałych poletkach, dokładne określenie warunków doświadczenia, uzyskanie w jego efekcie danych ilościowych jak i też prowadzenie przyczynowego toku rozumowania w dyskusji. Przy czytaniu pracy niniejszej dochodzimy do wniosku, że jest potrzebne — a jednocześnie możliwe — podobne rozwiązywanie wielu innych zagadnień i problemów, powszechnie znanych, lecz wymagających doświadczalnego potwierdzenia.

Tomasz Załuski

WPLYW POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI KOAGULACYJNE
I FIBRYNOLITYCZNE KRWI

Pole elektromagnetyczne (EMP) działające na żywe organizmy powoduje wydzielanie się ciepła na skutek przewodnictwa i strat dielektrycznych. Efekt ten nasila się wraz ze wzrostem amplitudy EMP i przewodnictwa elektrycznego tkanek poddawanych naświetlaniu. Jednak reakcje biologiczne charakteryzują się nie tylko mechanizmami kalorycznymi, ale i niecieplnymi. Maksymalny efekt niecieplny obserwuje się często przy dość niskich wartościach energii EMP. Zjawisko to najbardziej wyraźnie można zarejestrować przy zastosowaniu wahań elektromagnetycznych o wysokich i bardzo wysokich częstotliwościach. Zagadnienie niekalorycznego działania EMP o niskich częstotliwościach nie jest dostatecznie wyjaśnione. Wiadomo tylko, że EMP o niskiej częstotliwości może wpływać na obiekty biologiczne, zmieniając aktywność enzymów, skład krwi itp.

W ostatnim czasie Rusjajew i Kuksinskij¹ zbadali wpływ pola elektromagnetycznego o niskiej częstotliwości na proces krzepnięcia krwi i fibrynolizę *in vitro*. Przeprowadzono 2 serie doświadczeń.

W I serii krew psów stabilizowaną cytrynianem sodu umieszczano w termostатовanej kuwecie ($25^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}$), która stanowiła poziomy kondensator z elektrodami kontaktowymi, po czym poddawano działaniu pola o częstotliwości rzędu 50—2000 imp./sek. przez 15 minut. Przed i po doświadczeniu określano czas rekalcynacji, czas trombiny i aktywność fibrynolityczną plazmy krwi. EMP w całym zakresie częstotliwości obniżało tromboplastyczną i podwyższało antykoagulacyjną aktywność krwi. Fibrynoliza zachodziła szybciej przy częstotliwościach 50, 1000 i 2000 imp./sek. w pozostałym zakresie obserwowano zmniejszenie szybkości rozpuszczania skrzepu.

W II serii eksperymentów obserwowano wpływ EMP na właściwości koagulacyjnej plazmy „bez trombocytów”. Krew cytrynianową psów wirowano przy 5000 obr./min. przez 15 minut. Plazmę umieszczano w naczynku kondensatora i naświetlano tak jak w I serii doświadczeń. Oznaczano przed i po doświadczeniu czas rekalcynacji, szybkość zużycia protrombiny, czas protrombinowy i trombinowy, tolerancję na heparynę, aktywność fibrynową i fibrynolityczną. Zaobserwowano tłumienie aktywności tromboplastycznej i fibrynowej, tolerancji plazmy na heparynę oraz podwyższenie własności antykoagulacyjnych. Oprócz tego, przy częstotliwościach 1000 i 2000 imp./sek. obserwowano aktywację fibrynolizy, natomiast w pozostałym zakresie częstotliwości — jej inhibicję. Występowanie określonych częstotliwości, przy których zachodzi aktywacja fibrynolizy świadczy o obecności specyficznego efektu niekalorycznego. Dowodem na występowanie takiego zjawiska jest jego maksymalne ujawnianie się przy optymalnych intensywnościach czynnika fizycznego. W celu potwierdzenia tego rozumowania zbadano zależność aktywności fibrynolitycznej plazmy o małej zawartości trombocytów od napięcia EMP. Warunki działania polem były takie same, jak w poprzednich doświadczeniach. Stwierdzono, że wpływ aktywujący wahań elektromagnetycznych na fibrynolizę jest zlokalizowany w wąskim zakresie napięcia EMP. Wraz z podwyższeniem napięcia pola obniża się aktywność lizująca naświetlonej plazmy.

¹ W. F. Rusjajew, W. E. Kuksinskij — *Izuczenie diejstwiia elektromagnitnogo polia na koagulociczieskie i fibrinoliticzieskie swojstwa krowi*. Biofizika, XVIII, 1, 160—163, 1973.

Analiza rezultatów przeprowadzonych doświadczeń wykazała, że pole elektromagnetyczne w badanym zakresie częstotliwości ma wpływ na koagulacyjne i fibrynolityczne właściwości krwi *in vitro*. W szerokim zakresie obserwowano hypokoagulacyjne i hypofibrynolityczne działanie EMP. Autorzy podkreślają, że istotne znaczenie ma aktywacja fibrynolizy w wąskiej części zakresu częstotliwości (1000—2000 imp./sek). Wyniki wskazują na rezonansowy mechanizm działania EMP. W zakresie niskich częstotliwości mogą więc zachodzić konformacyjne zmiany hydrofobowo-hydrofilne molekuł białek. Można więc założyć, że EMP charakteryzuje się działaniem synchronizującym i w obecności rezonansu zmienia aktywność enzymów litycznych. Hipoteza ta wymaga teoretycznego i eksperymentalnego potwierdzenia. Tym nie mniej otrzymane rezultaty sugerują, że EMP o niskiej częstotliwości może być stosowane w celu określonego ukierunkowania działalności układu hemostazy i fibrynolizy.

Elżbieta Malzahn

METODA SZYBKIEGO RÓŻNICOWANIA MIKROORGANIZMÓW PRZY POMOCY REJESTRACJI ICH FOTOLUMINESCENCJI

W literaturze jest już wiele danych dotyczących właściwości fotoluminescencyjnych szeregu mikroorganizmów. Właściwości te okazały się specyficzne dla naświetlanego obiektu i mogą być używane jako wskaźnik przy określaniu gatunku obiektu i aktywności wydzielania biologicznie ważnych substancji.

Ukazała się praca Gieorgijewa¹, w której autor kilku wcześniej opublikowanych prac dotyczących omawianego tematu, podał nowe dane otrzymane podczas wizualnego badania fotoluminescencji 8 gatunków mikroorganizmów z rodzaju *Aspergillus*, uprzednio poddanych działaniu płynnych reagentów chemicznych — aktywatorów luminescencji. W celu porównania otrzymanych wyników autor przeprowadził również badanie parametrów fotoluminescencji niektórych obiektów przy pomocy aparatury.

Badane mikroorganizmy wyizolowano z różnych gleb Bułgarii i hodowano na stałym podłożu o pH 5,5. Ilość wydzielanej heteroauksyny (kwasu β -indoliloctowego) oznaczano metodą chromatograficzną. Jako aktywatory stosowano 0,1 N roztwory niektórych związków mineralnych (NaOH, HNO₃ i HCl) w wodnym roztworze spirytusu oraz związki organiczne: 75% roztwór alkoholu etylowego i acetonu. Jako źródło wzbudzenia stosowano lampę typu PRK-4. Maksymalna intensywność naświetlania, stosowana w celu wzbudzenia, występowała przy długości fali $\lambda = 365$ m μ przy zastosowaniu szklanego filtra optycznego typu UFS-3 o maksymalnej przepuszczalności przy tej samej długości fali. Używano także kombinację filtrów Schott UG-2 i BG₁₂, a w celu porównania rezultatów stosowano aparaturę ze źródłem Oryginal hanau Q-400 z jednym z podanych układów filtrów. Podano schemat stosowanego zestawu aparatury. Oprócz obserwacji wizualnych fotoluminescencji, przeprowadzono badania spektrofluorometryczne przy pomocy zestawu aparatury, składającego się z monochromatorów, fotopowielacza i aparatury rejestrującej.

Dla każdego badanego gatunku podano charakterystyczną barwę w świetle widzialnym, barwę w UV oraz barwę i jaskrawość fotoluminescencji otrzymanej po działaniu na niektóre gatunki odpowiednich aktywatorów chemicznych. Fotoluminescencja występuje w żółto-zielonej części spektrum, dzięki czemu wizualny sposób różnicowania okazał się dokładny, szybki i prosty w wykonaniu. Przeprowadzone ba-

¹ G. Gieorgijew — *Nowyje swiedenija o fotoluminescentnyh svojstvach niekotorych mikrobiologičeskich ob'ektow i rasszirenije vozmožnosti ich bystrogo differencirovanija*, Biofizika, XVIII, 2, 385—388, 1973.

dania spektrofluorometryczne pozwoliły określić wiarogodność wizualnej charakterystyki mikroorganizmów według barwy i jaskrawości świecenia. Rezultaty wizualnej oceny właściwości fotoluminescencyjnych obiektów są zgodne z oceną obiektywną, a więc mogą być stosowane w celu różnicowania obiektów wg charakterystycznych parametrów ich świecenia.

Rezultaty wcześniej przeprowadzonych analiz dotyczących ilości wydzielanej przez szczepy heteroauksyny — kwasu β -indolilooctowego sugerują istnienie związku między aktywnością wydzielania tej substancji i charakterem fotoluminescencji mikroorganizmów. Na przykład najbardziej aktywny producent heteroauksyny — *Aspergillus flavus* szczep 187 — charakteryzuje się najwyższą fotoluminescencją. Prawdopodobnie jest to związane z silną właściwością luminescencyjną heteroauksyny, zauważoną wcześniej przez kilku autorów. A więc metoda stosowana w tej pracy może służyć do jakościowej oceny aktywności tej biologicznie ważnej substancji. Mogłoby to znaleźć zastosowanie przy wykrywaniu rzadkich indukowanych mutantów mających zastosowanie jako bioprodukty w mikrobiologii przemysłowej.

Elżbieta Malzahn

WPLYW NIEKTÓRYCH CZYNNIKÓW FIZYKO-CHEMICZNYCH NA INTENSYWNOŚĆ ULTRASŁABEGO PROMIENIOWANIA ROŚLIN*

W ostatnim czasie nagromadziło się w literaturze wiele danych na temat wpływu różnych czynników fizyko-chemicznych na intensywność ultrasłabego promieniowania niektórych roślin. Autorzy omawianej pracy zbadali wpływ podwyższonego i obniżonego ciśnienia, pH i temperatury, infiltracji roztworami różnych substancji itd. na intensywność ultrasłabego promieniowania 4–5-dniowych kielków pszenicy i ogórków.

Zmiany intensywności promieniowania rejestrowano przy pomocy fotopowielacza FEU-42 połączonego z aparaturą kwantometryczną, w skład której wchodziły: wzmacniacz szerokozakresowy UIII-2, przelicznik i synchroskop SI-1. Tło aparatury w trakcie całego doświadczenia było stałe.

Wiadomo, że szybkość reakcji chemicznych zależy od ciśnienia — przy zwiększeniu ciśnienia następuje zbliżenie komponentów reakcji, co ułatwia ich reagowanie ze sobą. Ciśnienie wyższe lub niższe od normalnego ciśnienia atmosferycznego jest czynnikiem fizycznym, który wywiera silny wpływ na procesy życiowe organizmu. Powinno to mieć odbicie w zmianie intensywności ultrasłabego promieniowania. Stwierdzono, że podwyższenie ciśnienia atmosferycznego do 3 Atm nie powoduje istotnych zmian świecenia kielków, obserwowano tylko niewielkie podwyższenie intensywności. A więc w układach biologicznych podwyższenie ciśnienia do określonego poziomu nie prowadzi do przyspieszenia reakcji chemicznych, prawdopodobnie z powodu rozdzielenia przestrzennego komponentów w komórce. Podczas zmniejszania ciśnienia obserwowano stopniowy spadek intensywności świecenia kielków, co można tłumaczyć zmniejszeniem koncentracji tlenu. Przy ciśnieniu 10^{-1} mm Hg intensywność świecenia dochodziła do poziomu tła. Powrót do normalnego ciśnienia tlenu powodował ponowny wzrost intensywności świecenia do poziomu wyższego niż na początku doświadczenia. Po pewnym czasie intensywność stopniowo powracała do normy.

W celu zbadania wpływu pH i temperatury, układ korzeniowy kielków pszenicy i ogórków poddawano działaniu roztworów o różnym pH (w granicach 6–9 i 1–4) i różnej temperaturze (25–45°C). Pomiary przeprowadzano w termostатовanej ka-

* A. Sz. Agawierdijew, B. N. Tarusow — Biofizyka, XVIII, 1, 94–97, 1973.

merze. Podwyższenie temperatury powodowało nasilenie wpływu pH na intensywność promieniowania układu korzeniowego. Jednoczesne zwiększanie pH (od 6 do 9) wywoływało gwałtowną intensyfikację ultrasłabego promieniowania (maximum przy temp. 40–45° C i pH 8–9). Zmiana pH w stronę środowiska kwaśnego (od 4 do 1) wywierała duży wpływ na intensywność świecenia w zależności od temperatury — im wyższa temperatura, tym silniej było hamowane świecenie układu korzeniowego. Przy zwiększaniu pH obserwowano również stopniowe zwiększanie intensywności świecenia koleoptyli kielków. A więc chemiczne podrażnienie jakiegoś organu roślin (zmiana pH) może być przekazywana na inne organy. Podczas działania czynnika kompleksowego (pH + temperatura) całkowicie zmienia się intensywność ultrasłabego promieniowania organizmów roślinnych.

Zbadano również wpływ infiltracji w próżni roztworami różnych substancji na intensywność świecenia kielków pszenicy. Kielki infiltrowano 0,12; 0,25; 0,5 i 1 M roztworami sacharozy, gliceryny, mocznika, alkoholu etylowego itp., bezpośrednio w kamerze przed fotopowielaczem. Rejestrowano przez określony czas intensywność świecenia kielków przed i po infiltracji. Stwierdzono, że infiltracja wodą destylowaną i niektórymi roztworami (0,12; 0,25 i 0,5 M sacharozy i gliceryny, 0,12 i 0,25 M mocznika, 0,12 M alkoholu etylowego) początkowo obniża intensywność, która po 20–30 minutach ustala się na niższym poziomie, po czym powraca do poziomu wyjściowego po 1,5–2,0 godz. od momentu infiltracji. Roztwory o wyższych koncentracjach hamują procesy życiowe w organizmie, co wyraża się intensyfikacją promieniowania kielków, proporcjonalną do stopnia uszkodzenia komórek. Prawidłowość ta była potwierdzona przy pomocy doświadczeń przeprowadzonych na roślinach w trakcie wegetacji.

W celu wyjaśnienia ochronnego wpływu niektórych roztworów na rośliny, przechowywano kielki w chłodni przez 30, 60, 90 i 120 minut (1,5–2 godz. po infiltracji). Stwierdzono, że kielki kontrolne (infiltrowane wodą) były uszkodzone po 90–120 minutach, natomiast rośliny infiltrowane 0,25 i 0,5 M roztworami sacharozy i gliceryny, 0,25 M mocznikiem i alkoholem etylowym nie zostały uszkodzone.

Autorzy wnioskują, że metodą rejestracji ultrasłabego promieniowania można znacznie szybciej i dokładniej oznaczyć stopień uszkodzenia organizmu roślinnego pod wpływem różnych czynników. Ultrasłabe promieniowanie jest jedną z form reakcji komórek na bodźce z zewnątrz i różne czynniki fizyko-chemiczne mają duży wpływ na jego intensywność.

Elżbieta Malzahn

BADANIE PROCESÓW KRYSTALIZACJI PODCZAS ZAMRAŻANIA OBIEKTÓW BIOLOGICZNYCH

W ciągu ostatnich dziesięciu lat kriobiologia stała się samodzielną dziedziną nauki. Jej wyniki teoretyczne i praktyczne przyczyniły się w znacznym stopniu do poznania zagadnienia długotrwałej konserwacji obiektów biologicznych. Stosowanie metod konserwacji wymaga głębokiej znajomości przyczyn uszkodzenia komórek podczas zamrażania. Dzięki badaniom procesów zachodzących w środowiskach biologicznych podczas zamrażania ustalono, że przyczyną zamierania żywych komórek są głównie: 1) uszkodzenia, związane z procesem krystalizacji, zachodzące przy przechodzeniu ze stanu płynnego w stały, co pociąga za sobą podwyższenie koncentracji elektrolitów; 2) uszkodzenia, związane z podwyższeniem ciśnienia osmotycznego, uwarunkowanym wymarzeniem czystej wody i podwyższeniem koncentracji substancji osmotycznie aktywnych; 3) uszkodzenia, związane ze zjawiskami rekrytalizacji i rehydratacji podczas odmrażania komórek.

Ostatnio ukazała się praca¹, której celem było zbadanie procesów krystalizacji zachodzących w środowiskach biologicznych podczas zamrażania do temperatury -196°C pod działaniem ochronnym różnych kriofilaktyków. Stosowano metody krystalografii niskotemperaturowej, mikroskopii elektronowej i analizy rentgenostrukturalnej.

Badanie procesów zamrażania metodą mikroskopową pozwoliło poznać mechanizm krystalizacji wewnątrz- i wewnątrzkomórkowej. Stosowano krystalograf niskotemperaturowy, przy pomocy którego można przeprowadzać obserwacje wizualne oraz rejestrować zachodzące procesy na taśmie filmowej i błonie fotograficznej. Badania agregatów kryształów i struktur drobnokrystalicznych przeprowadzano metodą analizy rentgenostrukturalnej.

Badano procesy tworzenia się kryształów, zachodzące w suspensjach komórek szpiku kostnego i krwi podczas programowanego, szybkiego zamrażania, bez dodatku substancji kriofilaktycznych. Ochładzanie od $+20^{\circ}\text{C}$ do -3°C nie powodowało zmian. Przy temp. -4°C obserwowano chaotyczne ruchy komórek i tworzenie się centrów krystalizacji. Między dużymi kryształami lodu występowały szerokie kanały, wypełnione komórkami i roztworami soli. Dalsze obniżenie temperatury powodowało zmniejszanie szerokości kanałów i przy temp. -13°C obserwowano niewielkie wydrażenia z fazą płynną, w których była zlokalizowana niewielka ilość komórek. Przy obniżeniu temp. do -20°C następowała całkowita krystalizacja. Podczas zamrażania zauważono znaczną dehydratację wewnątrz komórek — co jest związane z podwyższoną koncentracją soli w przechłodzonych roztworach, oraz tworzenie się lodu wewnątrzkomórkowego.

Podczas zamrażania suspensjum komórek z dodatkiem substancji kriofilaktycznej proces krystalizacji przebiegał inaczej. Zaobserwowano obniżenie punktu zamarzania od -13° — -15°C i znacznie większą ilość centrów krystalizacji. Tworzące się kryształy były drobne, bez ostrych kantów, odstępy między kryształami zawierały mało komórek i były bardzo wąskie. Krystalizacja zachodziła w krótkim czasie — około 1 minuty. Wraz z obniżaniem temperatury kanały stopniowo zmniejszały się i pełna krystalizacja następowała przy temperaturze -50° — -60°C .

Analizując krystalogramy zamrażania suspensjum komórek z dodatkiem gliceryny o różnej koncentracji stwierdzono, że już 1% roztwór powodował powstawanie drobniejszych kryształów. Podwyższenie koncentracji do 5% prowadziło do powstania struktury paprotnikowej z dużą ilością centrów krystalizacji. Dodatek 15% roztworu gliceryny powodował występowanie struktury drobnokrystalicznej przez prawie cały czas doświadczenia. Podczas obniżania temperatury aż do -10°C nie stwierdzono krystalizacji wewnątrzkomórkowej i wystąpiła tylko nieznaczna dehydratacja.

Dodanie do zawiesiny komórek innych kriofilaktyków w różnych koncentracjach od 1 do 20%, podobnie jak dodanie gliceryny, zmieniało charakter krystalizacji i powodowało powstawanie typowych dla każdej z tych substancji struktur z przyspieszonym tworzeniem się drobnych kryształów.

Analizując wyniki badań krystalograficznych 92 preparatów zawiesiny komórek z dodatkiem tlenu polietylenu w różnych koncentracjach stwierdzono, że ta substancja ochronna daje najbardziej widoczny efekt kriofilaktyczny. Punkt zamarzania środowiska biologicznego obniżał się do -15°C . Powstawała struktura drobnokrystaliczna z dużą ilością centrów krystalizacji, co zabezpieczało ochronę 80—90% komórek. Zjawiska dehydratacji występowały bardzo wyraźnie.

Informację o charakterze krystalizacji roztworu w zależności od procentowej za-

¹ M. S. Puszkars, Ju. A. Itkin, Ju. W. Kożmin, L. F. Rozanow — *Mikroskopi czieskoje i rentgenostrukturnoje izuczenieje processow kristalizacii pri zamoraziwanii biologiczieskich boiektow*. Biofizika, XVIII, 2, 389—391, 1973.

wartości w nim różnych substancji ochronnych otrzymano przy pomocy analizy rentgenostrukturalnej. Na podstawie serii rentgenogramów stwierdzono, że podwyższenie koncentracji substancji ochronnych w roztworach powoduje zmniejszenie rozmiarów kryształów. Wszystkie preparaty zawierające 10—15% roztwory tlenu polietylenu miały struktury drobnokrystaliczne o rozmiarach ziarn 10^{-3} , 10^{-4} cm.

Krystalizację wewnątrzkomórkową w trakcie procesu zamrażania badano przy pomocy mikroskopu elektronowego. W suspensjach bez kriofilaktyków zaobserwowano tworzenie się lodu o rozmiarach kryształów od 2 do 10 μ poza komórkami. Ultrastruktura komórek była uszkodzona. Podczas zamrażania komórek z roztworami ochronnymi stwierdzono szybką redukcję krystalizacji wewnątrz- i zewnątrzkomórkowej. Nie ulega uszkodzeniu ultrastruktura komórek, które zachowały aktywność funkcjonalną.

Na podstawie otrzymanych wyników przeanalizowano rolę różnych mechanizmów niszczenia komórek szpiku kostnego i krwi w zależności od roztworu ochronnego i systemu zamrażania — odmrażania.

Elżbieta Malzahn

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SYMPOZJUM PN. „WSPÓŁCZESNE PROBLEMY EKOLOGICZNE W PARAZYTOLOGII”

Zakład Parazytologii PAN przy współudziale Instytutu Ekologii PAN zorganizował w dniach 4 i 5 kwietnia br. w Dziekanowie Leśnym k/Warszawy Sympozjum pn. „Współczesne problemy ekologiczne w parazytologii”. Przewodniczącą Komitetu Organizacyjnego była doc. dr. hab. K. Kisielewska, sekretarzem — mgr Iwona Krawowska.

Było to pierwsze Sympozjum parazytologiczne poświęcone ściśle zdefiniowanej tematyce ekologicznej i określające kierunek ekologiczny w parazytologii jako odrębny, samodzielny nurt badawczy.

Dzięki temu, że kierunek ten leży na styku parazytologii i ekologii, Sympozjum stało się terenem wymiany myśli przedstawicieli obu tych rozległych gałęzi wiedzy, przy czym ze strony parazytologii wzięli czynny udział w obradach zarówno reprezentanci parazytologii tzw. ogólnej (zwierząt dziko żyjących), jak lekarskiej i weterynaryjnej. Ogółem w obradach Sympozjum uczestniczyło ponad sto osób.

Obrady zagał prof. dr Włodzimierz Michajłow. Podkreślił on znaczenie współpracy między Zakładem Parazytologii PAN a Instytutem Ekologii PAN dla rozwoju kierunku ekologicznego w parazytologii. Zaapelował też, aby uczestnicy Sympozjum, kreśląc perspektywy dalszego rozwoju tego kierunku, włączyli go w ważny i aktualny obecnie nurt biologii środowiskowej, który nabiera szczególnego znaczenia w związku z tak ostro obecnie stawianą problematyką ochrony przyrody i świadomego kształtowania środowiska współczesnego człowieka.

W pierwszym dniu obrad odbyło się pięć posiedzeń. Na posiedzeniu inauguracyjnym, któremu przewodniczył prof. dr W. Michajłow, został wygłoszony przez doc. dr K. Kisielewską referat pt. „Ekologiczne kierunki badawcze w parazytologii”. Autorka dokonała charakterystyki dotychczasowych badań o tematyce ekologicznej w parazytologii oraz zdefiniowała ten kierunek omawiając jego główne założenia merytoryczne i metodyczne, jego cele i walory poznawcze (patrz Kosmos nr 6 str. 625—636).

W toku dalszych posiedzeń wysłuchano 18 referatów zgrupowanych w następujących grupach tematycznych:

I. Struktura ilościowa, jakościowa i przestrzenna populacji pasożytniczych i parazytocoż. Przewodnicząca doc. dr hab. Teresa Pojmańska.

II. Pasożyty w biocenozie (wpływ czynników biotycznych i abiotycznych. Przewodniczący prof. dr Eugeniusz Grabda.

III. Pasożyty w populacji żywiciela. Przewodniczący prof. dr Henryk Sandner.

IV. Stosunki wewnątrz i międzygatunkowe u pasożytów. Przewodniczący prof. dr Bogdan Czapliński.

Celem tego punktu programu było zapoznanie uczestników Sympozjum z aktualną problematyką ekologiczną realizowaną na modelach pasożytniczych. Kilkanaście wygłoszonych referatów nie mogło — rzecz jasna — zobrazować w sposób wyczerpujący aktualnego stanu badań. Jednakże już nawet ten niepełny przegląd ujawnił dwie bardzo znamienne — a dla dalszego rozwoju parazyto-ekologii — pozytywne sprawy:

1. Badania ekologiczne w parazytologii cechuje duża różnorodność tematyczna, jak również różnorodność modeli będących przedmiotem zainteresowań (wszystkie grupy

systematyczne pasożytów od pierwotniaków po stawonogi, ekto- i endopasożyty, pasożyty wszystkich gromad kręgowców, a także bezkręgowców i pasożyty roślin).

2. W toku obrad prezentowali swoje badania (w referatach, bądź dyskusjach) nie tylko badacze indywidualni, lecz także zespoły ogniskujące swe zainteresowania bądź na określonym modelu, bądź na określonym problemie. I tak np. zespół prof. B. Czaplińskiego zajmuje się zagadnieniami konkurencji międzygatunkowej na modelu helmintów ptaków wodnych; zespół prof. dr S. Tarczyńskiego prowadzi badania — mówiąc najogólniej — nad krążeniem pasożytów w środowiskach hodowlanych; zespół prof. dr H. Sandnera rozstrzyga rozmaite zagadnienia ekologiczne na modelu pasożytów owadów i roślin; zespół doc. dr K. Kisielewskiej, którego przedmiotem zainteresowań są mechanizmy korelacji między strukturą a funkcją populacji żywiciela a parazytocenozą oraz znaczenie pasożytów jako bioindykatorów procesów zachodzących w populacji żywiciela.

Większość wygłoszonych referatów, to były doniesienia, bądź kompilacje z już publikowanych badań. Jednak dwa referaty — prof. dr R. Kadłubowskiego, na temat ilościowej analizy populacji pasożytów oraz prof. dr K. Tarwida o liczebności populacji posożytniczych — miały charakter rozważań metodycznych i teoretycznych. Referaty te należy uznać za szczególnie cenne, bowiem nawiązywały do spraw (analiza statystyczna, modele) decydujących — jak się wydaje — o możliwości nowoczesnego postępu badań ekologicznych w parazytologii.

W dyskusji zabrało głos 39 dyskutantów bynajmniej nie wyczerpując listy chętnych.

Drugi dzień Sympozjum przeznaczono na dyskusję okrągłego stołu. Toczyły się one w czterech kolejnych sesjach, a celem ich było zarysowanie dalszych perspektyw parazyto-ekologii, tak w odniesieniu do badań teoretycznych, jak i praktycznych.

Sesję I poświęcono problemom ekologicznym w ewolucji pasożytów. Moderatorem był prof. dr W. Michajłow. Na wstępie dyskusji postawił pytanie, czy i jakie korzyści dla wzbogacenia poglądów na ewolucję pasożytnictwa oraz na ewolucję samych pasożytów może dać zastosowanie ekologicznych metod i ekologicznych przesłanek teoretycznych. Zwrócił następnie uwagę, że wobec braku danych paleontologicznych, parazytologowie-ewolucjoniści powinni się opierać na metodzie aktualizacji i z tego punktu widzenia rozpatrywać więzy ekologiczne pasożytów i żywicieli oraz współczesne stosunki populacyjne. Biorąc pod uwagę populacyjny charakter specjacji oraz fakt, że zjawiska populacyjne u pasożytów przebiegają w sposób nader specyficzny, należy spodziewać się — stwierdził prof. dr Michajłow — że wykorzystanie ekologii w parazytologii ewolucyjnej może wnieść nowe momenty do koncepcji mechanizmów ewolucji.

W dyskusji zabrało głos 21 osób. Wzięli w niej także udział prof. dr Tadeusz Jaczewski i prof. dr Adam Urbanek, którzy z pozycji teoretyków ewolucjonizmu naświetlili i zinterpretowali szereg zjawisk ewolucyjnych w pasożytnictwie. Ponadto rozważano w toku dyskusji zagadnienia koewolucji układów „żywiciel-pasożyt”, rolę patogeniczności pasożytów oraz równowagi układów „żywiciel-pasożyt” w procesach specjacji, pojęcie populacji w odniesieniu do posożytów itp. Była to dyskusja interesująca i niezwykle ożywiona. Musiano ją przerwać z powodu znacznego przekroczenia czasu (co zresztą było charakterystyczne dla wszystkich sesji).

Sesja II poświęcona była znaczeniu badań parazyto-ekologicznych dla programu Człowiek i Środowisko. W zagajeniu, moderator — doc. dr K. Kisielewska zaproponowała dyskusję nad następującymi problemami: 1. Pasożyty jako model organizmu zwierzęcego i jego reakcji na skażenie i przekształcanie środowiska. 2. Pasożyty jako bioindykatory: a) strukturalnych i funkcjonalnych zmian będących odpowiedzią na zmiany wprowadzone przez człowieka do ekosystemu, b) stanów i procesów (naturalnych i prowokowanych przez człowieka) zachodzących w populacji żywiciela. 3. Rola pasożytów jako regulatorów i selektorów w populacji żywiciela. 4. Patoge-

niczność pasożytów jako wyraz zachwiania równowagi w układach „żywiciel-pasożyt” (na szczeblu osobniczym, populacyjnym lub biocenotycznym).

Doc. dr Kisielewska wyraziła przekonanie, że pasożyty będąc instruktywnym modelem do wykazywania szeregu prawidłowości ogólnobiologicznych, będące czułymi wskaźnikami stanów i zjawisk zachodzących w populacji żywiciela — znajdują zastosowanie tych swoich walorów także i w takich badaniach, których myślą przewodnią byłoby opracowanie metod racjonalnego gospodarowania ekosystemami.

Dyskusja w której zabrały głos 23 osoby skoncentrowała się głównie nad reakcjami organizmów pasożytniczych na skażenie środowiska środkami chemicznymi. Podkreślano, że pozornie niedostrzegalne działanie dawek subletalnych pestycydów na wolnożyjące postacie larwalne przywr i tasiemców, ma jednak poważne konsekwencje dla produkcji rozrodowej, procesów oksydoredukcyjnych, długości życia i możliwości inwazjologicznych badanych obiektów. Poruszono także sprawę ekologicznych konsekwencji zanieczyszczeń środowiska. Stale wzrastające zanieczyszczenie aktywizuje patogeniczność pasożytów, wywołuje nowe formy pasożytnictwa, mobilizuje gatunki niepasżytnicze do atakowania żywicieli, co z reguły wiąże się z ostrym obrazem klinicznym. Nawiązano także do dyskusji z dnia poprzedniego nad parazytoekologicznymi konsekwencjami introdukowania gatunków żywicielskich (np. ryb) na nowe tereny w celach hodowlanych.

W toku sesji III omawiano problemy ekologiczne w parazytologii weterynaryjnej. Dyskusji przewodniczył prof. dr S. Tarczyński. Stwierdził on w zagajeniu, że szybki wzrost ludności na świecie stawia przed rolnictwem trudne zadanie dostarczenia jej wyżywienia. W szczególności oczekuje się wiele od produkcji zwierzęcej, głównego źródła białka i tłuszczów zwierzęcych. Rozwój tej produkcji i jej ekonomiczna opłacalność zależy w głównej mierze od sprawnej ochrony zdrowia zwierząt, a w tym od skutecznego zwalczania pasożytniczych inwazji, zwłaszcza w warunkach hodowli wielkostadnych i chowu przemysłowego zwierząt. Unowocześnienie metod chowu i hodowli wymaga od lekarzy weterynarii — parazytologów stosowania nowoczesnych metod i środków działania. A więc: przejścia z indywidualnego leczenia na profilaktykę i terapię populacyjną; poznanie organizmów pasożytniczych w ich zespołach, kształtowania się biologicznej, przestrzennej i ilościowej struktury zgrupowań pasożytniczych w obrębie nadmiernie zagęszczonych stad żywicielskich w środowiskach hodowlanych; zapobieganie inwazjom pasożytniczym poprzez prawidłowe prognozowanie pojawu parazytoz itp.

W dyskusji zabrało głos 17 mówców. Poruszyli oni m. in. sprawy wpływu chemizacji środowisk hodowlanych na kształtowanie się parazytocenoz, wpływu nadmiernie zagęszczonych stad żywicieli na strukturę ilościową i jakościową parazytocenoz, procesów inwazjologicznych w warunkach przemysłowego chowu zwierząt itp.

Sesja IV dotyczyła problemów ekologicznych w parazytologii lekarskiej. Moderator, dr. Czesław Zwierz zaproponował zebrany następujące kwestie do przedyskutowania: 1. Pojęcie „zdrowego” człowieka. Czy parazytoza bezobjawowa jest stanem chorobowym, czy patologią bez objawów klinicznych, czy określonym stanem fizjologicznym. 2. Wpływ środowiska na przebieg parazytoz u człowieka. 3. Człowiek jako „ekosystem” pasoyta. 4. Aspekt ekologiczny entomologii lekarskiej z uwzględnieniem przenosicieli chorób zakaźnych i ektoparazytoz.

W dyskusji wzięło udział 25 osób, koncentrując się głównie na zagadnieniu patogeniczności i inwazji bezobjawowych. Uznając zgodnie, że w parazytologii lekarskiej zbyt mało uwagi poświęca się zagadnieniom ekologicznym, wyłoniono następujące punkty wymagające opracowania w najbliższych latach: a) przedyskutowanie i ujednolicenie pojęć w parazytologii lekarskiej (np. parazytoza objawowa i bezobjawowa, patologia parazytozy itp.), b) opracowanie metod przeżyciowego określania liczebności pasożytów u człowieka, c) rozwinięcie badań nad zagadnieniem człowieka jako

środowiska pasożyta, d) rozwinięcie badań nad problemem zespołów pasożytniczych, e) rozwinięcie badań nad epidemiologią pasożytów człowieka.

Zamykając Sympozjum prof. dr Michajłow stwierdził, że jak wykazały obrady, kierunek ekologiczny w parazytologii niesie w sobie ogromny ładunek problemów nie tylko w zakresie teorii, ale również praktyki. Postawił wniosek, aby kierunek ten został wpisany przez Komitet Parazytologiczny PAN na listę kierunków popieranych. Ponadto prof. dr Michajłow zgłosił wnioski natury organizacyjnej, mianowicie: 1. Wokół istniejącej w Zakładzie Parazytologii PAN Pracowni Parazytologii Środowiskowej należy stworzyć stopniowo zespół koordynujący poczynania w zakresie ekologii pasożytów na terenie całego kraju. 2. Parazytologowie zainteresowani badaniami nawiązującymi do programu „Człowiek i Biosfera” powinni włączyć się do jego realizacji, nadsyłając swoje propozycje i wnioski do Zakładu Parazytologii PAN. W Zakładzie tym należy powołać grupę opiniodawczą dla opracowywania tych wniosków i koordynowania proponowanych badań. 3. Doc. dr Kisielewska powinna przygotować projekt międzynarodowego meetingu pn. „Ekologia pasożytów w służbie programu Człowiek i Biosfera”, (projekt taki został opracowany, a następnie zgłoszony przez prof. Michajłowa na posiedzeniu Rady Koordynacyjnej MAB w Paryżu w maju br.

Krystyna Kisielewska

SESJĄ NAUKOWĄ

„OCHRONA ŚRODOWISKA CZŁOWIEKA W ŁÓDZKIEJ AGLOMERACJI MIEJSKIEJ” (Łódź, 14—15 lutego 1973 r.)

Celem sesji zorganizowanej dużym nakładem czasu i wysiłku Komitetu Naukowego PAN „Człowiek i środowisko” i Łódzkiego Komitetu Ochrony Środowiska, nt. „Ochrona środowiska człowieka w łódzkiej aglomeracji miejskiej” była próba wykorzystania doświadczenia i opinii naukowców w sprawach ochrony środowiska w konkretnych, trudnych pod tym względem, warunkach Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej (ŁAM). Wytypowano szereg referatów obejmujących wszystkie najważniejsze problemy ochrony środowiska; autorami ich byli najlepiej znający zagadnienia i warunki lokalne naukowcy i działacze z terenu ŁAM, koreferentami natomiast — specjaliści w zakresie danego zagadnienia w zasadzie z innych ośrodków w kraju. Koreferenci otrzymali referaty (wszystkie w zakresie danej sekcji — patrz dalej) odpowiednio wcześniej tak, że całość materiałów — referatów i koreferatów mogła być dostarczona uczestnikom sesji na pewien czas przed obradami, umożliwiając dobre przygotowanie do dyskusji. Oprócz sesji plenarnych zorganizowano obrady w sekcjach, w celu bardziej wnikliwej dyskusji w mniejszym gronie, co z reguły sprzyja efektywności dyskusji.

Sesji patronowały wymienione na wstępie instytucje, ścisły zespół organizacyjny stanowili: dr inż. K. Krassowski, inż. Zb. Dembiński, doc. dr Z. Kajak, inż. J. Połowski. Program sesji był następujący:

PIERWSZY DZIEŃ, OBRADY PLENARNE

1. Otwarcie sesji. Przewodniczący Prezydium Rady Narodowej m. Łodzi — mgr inż. Jerzy Lorens.

2. Wprowadzenie. Przewodniczący Komitetu Naukowego PAN „Człowiek i Środowisko” — prof. dr Wł. Michajłow.

3. Referat pt. „Problematyka ochrony środowiska człowieka w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej na tle jej społeczno-gospodarczego rozwoju” — dr inż. K. Krasowski.

4. Referat pt. „Degradacja środowiska naturalnego człowieka w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej i sposoby przeciwdziałania zniszczeniom” — prof. dr hab. T. Olszewski.

5. Referat pt. „Ekonomiczne problemy ochrony środowiska w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej” — mgr St. Pełka.

Obrady w sekcjach

I. Zagospodarowania przestrzennego.

1. „Degradacja środowiska naturalnego człowieka w łódzkiej aglomeracji miejskiej i sposoby przeciwdziałania zniszczeniom”, koreferaty i dyskusja do referatu prof. dr hab. T. Olszewskiego wygłoszonego na sesji plenarnej.

2. „Środowisko geograficzne w łódzkiej aglomeracji miejskiej” — dr T. Krzeziński.

3. „Problemy zagospodarowania przyrodniczo-rekreacyjnego ŁAM oraz wybrane zagadnienia ruchu rekreacyjnego na jej obszarze, w aspekcie „Człowiek i środowisko” — mgr K. Karski, mgr B. Krzemień, mgr A. Wyczawski.

4. „Zagospodarowanie przestrzenne Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej, z punktu widzenia ochrony środowiska” — doc. dr inż. arch. J. Samujło, mgr inż. arch. J. Sadowski.

II. Zagospodarowanie wód, ścieków i odpadów.

1. „Degradacja wód podziemnych w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej, jako wynik działalności człowieka i problem ich racjonalnego wykorzystania” — mgr inż. B. Nejman.

2. „Ochrona wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem, odzysk wód zużytych, problem osadów i odpadów w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej” — doc. dr inż. T. Sędzikowski, mgr inż. Zb. Dembiński.

3. „Gospodarze wykorzystanie i unieszkodliwianie odpadów płynnych i stałych z Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej” — dr inż. A. Leończyk.

III. Problemy ochrony zdrowia, powietrza atmosferycznego i ochrony przed hałasem.

1. Wpływ warunków środowiska Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej na zdrowie jej mieszkańców” — doc. dr hab. J. Indulski, dr W. Matuszkiewicz.

2. „Ochrona powietrza atmosferycznego w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej” — doc. dr hab. inż. R. Sołoniewicz, mgr inż. J. Swat.

3. „Warunki pracy w przemyśle Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej z punktu widzenia ochrony środowiska człowieka” — prof. dr J. Nofer.

4. „Problemy walki z hałasem w Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej” — mgr inż. J. Bukowiecki, inż. W. Szujski.

5. „Toksyczność spalin silnikowych” — mgr inż. A. Mac, dr inż. T. Wojciechowski.

DRUGI DZIEŃ, OBRADY PLENARNE

1. Sprawozdania przewodniczących sekcji.

2. Dyskusja plenarna.

3. Podsumowanie i zamknięcie sesji.

Udział w obradach wzięło około 300 uczestników, w tym minister J. K. Kusiak i wiceminister L. Ochocki, władze miejskie i partyjne Łodzi i województwa, przedstawiciele innych województw, przedstawiciele kilku wydziałów PAN, delegaci wielu

placówek naukowych z ŁAM i całego kraju, delegaci zakładów pracy oraz szeregu instytucji zainteresowanych ochroną środowiska.

Dyskusja, zwłaszcza w sekcjach, była wnikliwa i nieraz ostra, taki też charakter, zgodnie z założeniem, miała większość koreferatów. Zbyt małą chyba wagę przywiązano do zredagowania wniosków z dyskusji sekcyjnych, a nawet do składu zespołów opracowujących wnioski, co było traktowane jako zagadnienie bardzo istotne w trakcie przygotowań do sesji, natomiast organizatorzy nieco zgubili się w tej sprawie w trakcie jej realizacji: w efekcie wnioski i podsumowanie wygłaszane na końcowych obradach plenarnych dalece nie w pełni odzwierciedlały faktyczny dorobek sesji. Należy żywić nadzieję, że sprawy te będą dopracowane i wykorzystane przez odnośne czynniki ŁAM w ich dalszej pracy nad materiałami sesji.

Całość materiałów sesji ma być drukowana nakładem miejscowego oddziału NOT.

Zdaniem organizatorów i uczestników sesja spełniła swoje zadanie — dokonała przeglądu i umożliwiła dogłębną, wszechstronną i konkretną dyskusję zagadnienia ochrony środowiska w ŁAM. Istotne jest, że była to dyskusja konkretna. Wiele bowiem mówi się w kraju i na świecie o sprawach ochrony środowiska, natomiast nawet najwięksi jej entuzjaści nie bardzo potrafią sobie poradzić w konkretnych sytuacjach z trudnościami administracyjno-organizacyjnymi. Od sesji naukowej trudno wymagać więcej niż dogłębne przedyskutowanie spraw. Mogą one i powinny pomóc gospodarzom terenu w wielkiej sprawie ochrony środowiska człowieka; od nich już zależy czy potrafią dorobek ten wykorzystać i zastosować. Na pewno nie jest to sprawa łatwa.

Sprawą zorganizowania podobnych sesji na swoim terenie zainteresowali się przedstawiciele kilku innych województw.

Strona organizacyjna, łącznie z wyżywieniem i rozrywkami kulturalnymi działała bez zarzutu; zadbano również o odpowiednią reklamę w prasie, radio i telewizji, a także o odpowiednią — prostą a interesującą oprawę plastyczną. Sesja stanowiła jeden z punktów programu obchodów 550-lecia Łodzi i 150-lecia przemysłu łódzkiego.

Zdzisław Kajak

PRZEDMIOTY JEDNOCZĄCE W NAUCZANIU BIOLOGII

W drugiej połowie lipca w Dziekanowie pod Warszawą odbyła się sesja Komisji Edukacji w Biologii Międzynarodowej Unii Nauk Biologicznych (IUBS). Kierował nią przewodniczący Komisji prof. F. Sládeček (Czechosłowacja), a udział w niej wzięli profesorowie: zastępca przewodniczącego Komisji M. Lindauer (NRF), sekretarz D. M. Reynolds (USA), członkowie P. Chouard i R. Heller (Francja), J. E. Kihlström (Szwecja), członkowie korespondenci H. A. Foecke (USA, pracownik UNESCO) i H. Szarski. W posiedzeniu inauguracyjnym wziął ponadto udział wiceminister NSzWiT prof. Z. Kaczmarek. Obowiązki gospodarza, z ramienia PAN pełnił doc. dr A. Grębecki.

Jednym z punktów porządku dziennego sesji były tendencje jednoczące w nauczaniu biologii. Obrady były bardzo interesujące, warto je streścić, skoro jesteśmy w trakcie opracowywania i wprowadzania w życie nowych planów studiów. Podstawowy problem jest dobrze znany. Narastanie wiedzy wywołuje wzrost specjalizacji badaczy, a więc również wykładowców i wykładów. Student powinien jednak otrzymać także ogólny obraz wiedzy, możliwie harmonijny. Kto go ma wyłożyć? Jak go sformułować? Kiedy go przedstawić — na początku, czy na końcu studiów? Oto niektóre pytania wymagające odpowiedzi. Polskie wyrażenie „przedmiot jednoczący”, nie jest zapewne najszcześniejsze, gdyż może sugerować treść odmienną od tej, jaką obejmuje termin angielski „integrated teaching”. Niestety nie znam wyrażenia lep-

szego. Jak wiadomo, przedmiot jednoczący pod nazwą „podstawy biologii” znajduje się na początku nowego planu studiów uniwersyteckich.

Na posiedzeniach Komisji zwrócono uwagę, że zbudowanie pomostów między wiadomościami musi być w dużej mierze zadaniem samego uczącego się. Każdy człowiek bowiem inaczej pamięta fakty i inaczej je z sobą kojarzy. Indywidualny, własny sposób patrzenia stanowi jeden z najważniejszych składników wyposażenia intelektualnego jednostki, nie może go zastąpić bez szkody żaden schemat ułożony przez nauczyciela. Fakt to istotny i bardzo ważny, jednak do obowiązków nauczających należy możliwe ułatwienie uczącemu złączenia wiadomości w harmonijną całość, program nauczania powinien to przewidywać i zawierać odpowiednie przedmioty jednoczące.

Na wymienionej sesji prof. Heller w dość obszernym, lecz treściwym referacie przedstawił schemat zagadnień łączących się z nauczaniem jednoczącym przedmiotów biologicznych. Po pierwsze więc można rozważać jaki zakres ma objąć zjednoczenie. Zakres najszerszy objąłby podstawy nauk biologicznych wraz z innymi naukami np. matematyką, fizyką, chemią itd. Przy ujęciu tak szerokim można albo kłaść główny nacisk na te działy nauk przyrodniczych, które są niezbędne lub przydatne dla głębszego zrozumienia biologii, albo też przeciwnie zwracać uwagę przede wszystkim na wkład jaki biologia wniosła do rozwoju innych nauk (np. problemy probabilistyki, pojęcia przemiany materii, homeostazy, niektóre pojęcia cybernetyczne itd.). W zakresie większym omówiono by tylko podstawy głównych nauk biologicznych, jeszcze węższe wykłady jednoczące mogą się zajmować ewolucjonizmem, ochroną środowiska, zagadnieniami cybernetycznymi w biologii itp.

Drugą grupę zagadnień stanowi sposób realizacji nauczania przedmiotów jednoczących. Prof. Heller podkreślił z wyraźnym naciskiem, że nie ma i być nie może osoby mającej pełne kwalifikacje do prowadzenia zajęć jednoczących na poziomie uniwersyteckim. Wymagamy bowiem, aby na uczelni wyższej wykładowca uczył tego działu wiedzy, w którym ma własny dorobek badawczy. Skoro nikt nie może pracować naukowo we wszystkich naukach przyrodniczych, ani nawet we wszystkich gałęziach biologii, nikt nie ma pełnych kwalifikacji do prowadzenia wykładów jednoczących szerokiego zasięgu. Prof. Heller dodał — „wbrew temu co wielu z nas o sobie sądzi”. Przesadna wiara we własne kwalifikacje jest po prostu dowodem ignorancji. Biochemik wie dobrze, że gdyby dziś powtórzył bez zmian swój wykład z przed lat pięciu, mówiłby rzeczy zupełnie nieaktualne. Zdaje mu się jednak czasem, że w naukach pozostałych przez pięć lat nie wydarzyło się nic godnego uwagi, a więc że do przygotowania wykładu wystarczy sięgnąć do jednego z klasycznych podręczników. Postęp biegnie jednak we wszystkich naukach. Jakież są więc drogi wyjścia?

Prof. Heller proponuje, aby wykład prowadził kilka osób o odrębnych specjalnościach. Pojawia się wówczas ca prawda groźne niebezpieczeństwo, że zamiast przedmiotu jednoczącego słuchacze otrzymają kolekcję niczym nie połączonych przeglądów. Aby temu zapobiec prof. Heller proponuje wspólne omówienie dokładnego planu zajęć przez cały zespół nauczający. W omówieniu tym ważną rolę musi odegrać ujednolicenie terminologii. Jak wiemy niejednokrotnie ten sam termin ma odmienne znaczenie w poszczególnych dyscyplinach, względnie tą samą rzecz określa się inaczej zależnie od specjalności i przyzwyczajęń. Problemy semantyczne muszą być przez wykładowców jasno rozstrzygnięte, gdyż inaczej wspólny kurs zamiast ujednolicić wiedzę wprowadzi tylko zamieszanie do umysłów. Następnym zabiegiem polecanym przez Hellera jest obecność niektórych wykładowców na pewnych zajęciach prowadzonych przez innych kolegów, co winno doprowadzić do wygłoszenia komentarza. Tak np. genetyk mógłby być obecny na wykładach biochemika poświęconym kwasom nukleinowym.

O interesującym sposobie rozwiązania trudności doniósł prof. Kihlström. W Upsali istnieją wykłady prowadzone przez zespół, z tym że jeden z przedstawicieli

grona nauczającego jest obecny na wszystkich wykładach. Jego zadaniem jest kontrola czy rzeczywiście między materiałem omówionym przez poszczególnych mówców nie ma luk, prowadzenie po wykładzie dyskusji ze studentami i ewentualne wyjaśnianie punktów niejasnych, lub też zwracanie się do wykładowców z prośbą o uzupełnienie, względnie wyjaśnienie partii sprawiających trudności.

Jeśli zajęcia jednoczące odbywają się pod koniec studiów i obejmują niezbyt liczne grupy słuchaczy, zdaniem prof. Hellera lepiej nie wygłaszać wykładu, lecz wprowadzić seminarium, na którym jest obecnych zawsze parę osób o różnych specjalnościach.

Ostatnią grupą zagadnień są granice zajęć jednoczących. Oczywiście ich staranne przygotowanie jest ogromnie kosztowne, licząc koszty czasem wykładowców. Każdy z nauczycieli biorących udział w kursie jednoczącym musi wiele czasu poświęcić na przygotowanie się, a jeszcze znacznie więcej na uzgodnienia planów z pozostałymi kolegami. Po drugie, jak to z naciskiem podkreślał prof. Heller, wykłady jednoczące są z konieczności pozbawione głębszej analizy, są spłycone. Gdyby całość studiów jakiegokolwiek przedmiotu oprzeć o zajęcia jednoczące, wiedza słuchacza byłaby niepełna i powierzchowna. Prof. Lindauer zwrócił uwagę że informacja jeden raz usłyszana nie utrwała się w pamięci dostatecznie głęboko, nie jest też dostatecznie doceniana przez słuchacza. Stąd fakty zasadnicze i podstawowe prawa powinny być przedstawione w toku studiów co najmniej dwa razy przez różnych nauczycieli i wejść w skład co najmniej dwu egzaminów. Tylko wówczas zostają one dostatecznie wbudowane w całość wiedzy uczącego się. Zdaniem Lindauera jest rzeczą bardzo trudną dla uczącego się percepcowanie wykładu jednego przedmiotu, jeśli wykładowcy się często zmieniają. Słuchacz potrzebuje pewnego czasu, aby się dostosować do każdego z wykładowców. Prof. Reynolds sądzi, że nic nie jest w stanie zastąpić pełnego kursu wykładów wygłoszonego przez jednego utalentowanego profesora. Można też dodać, że prowadzenie egzaminu z materiału zawartego w wykładzie zbiorowym jest organizacyjne trudne, a studentów naraża na wielki stress emocjonalny.

Te rozmaite ograniczenia zajęć jednoczących uniemożliwiają objęcie nimi wielu przedmiotów. Zdaniem członków Komisji trzon przedmiotów musi być przedstawiany w sposób tradycyjny, a zajęcia jednoczące nie powinny obejmować więcej niż 10 do 20% planu studiów. Wszyscy też byli zgodni co do tego, że przedmioty jednoczące powinny się znaleźć dwa razy w toku nauczania. Po pierwsze, na samym wstępie, aby student uzyskał orientację w całości nauki którą ma studiować. Powtórnie przedmioty jednoczące powinny wystąpić pod koniec studiów w postaci zajęć monograficznych. W tym okresie student biologii jest zdolny do pogłębionego zapoznania się z takimi przedmiotami jak ewolucjonizm, ekologia, względnie ochrona środowiska.

Jest rzeczą uderzającą jak dalece podobne trudności i problemy napotykają wykładowcy biologii pracujący w bardzo różnych krajach o różnych systemach szkolnych. Sądzę też, że nasze plany studiów biologicznych, choć zapewne zbyt często i zbyt radykalnie zmieniane, odpowiadają jednak dobrze tendencjom występującym w całym cywilizowanym świecie.

Henryk Szarski

WPISY DO „KSIĘGI CZYNÓW I OSIĄGNIĘĆ NAUKI POLSKIEJ”

I. Prof. dr Romuald Klekowski wraz z zespołem współpracowników: dr hab. Zofią Fischer, dr Andrzejem Dowgiałło, dr Ewą Fischer, dr Tadeuszem Prusem, dr Ewą Styczyńską-Jurewicz i inż. Kazimierzem Myszkorowskim, opracował nowe metody oraz skonstruował specjalną aparaturę do badań w dziedzinie bioenergetyki ekologicznej.

Dotyczy to przede wszystkim oryginalnych bądź zmodyfikowanych metod badania zużycia tlenu przez organizmy wodne. Wśród skonstruowanych aparatów badawczych, znajdują się różnego typu respirometry: nurki kartezjańskie i gradientowe, stałociśnieniowy respirometr wolumetryczny, przepływowy respirometr z polarograficznym oznaczaniem tlenu, respirometr elektrometryczny impulsowy oraz modyfikacja mikrobomby kalorymetrycznej.

Do opatentowania zostały zgłoszone: respirometr elektrolityczny, modyfikacja mikrobomby kalorymetrycznej oraz metoda dozowania ładunku elektrycznego.

Metody i aparaturę opracowane przez prof. dr Romualda Klekowskiego i jego zespół, wykorzystano już w kraju i za granicą i oceniono jako poważne osiągnięcie w dziedzinie bioenergetyki ekologicznej, gdyż przyczyniają się one w istotny sposób do opracowania metod sterowania przepływu energii w ekosystemach w celu zwiększenia efektów użytkowych.

Pracę rozpoczęto w 1966 r., a przedstawiona powyżej jej część została zakończona w 1972 r.

II. Prof. dr Elżbieta Fonberg dokonała rewelacyjnego odkrycia z dziedziny fizjologii mózgu. Dotyczy ono poznania mechanizmów funkcjonowania układu limbicznego, a w szczególności chirurgicznych sposobów usuwania zaburzeń emocjonalnych i depresji u psów.

Badania wykazały, że tzw. ciało migdałowate w mózgu pełni funkcje pokarmowe; jego część przyśrodkowa ma charakter pozytywny, zaś części boczne — charakter hamulcowy, analogicznie do wykrytych poprzednio ośrodków głodu i nasycenia w podwzgórzu. Wykazano również, że obie te struktury są pod względem swych antagonistycznych funkcji bardzo podobne i stanowią dublujący się układ, regulujący nie tylko reakcje pokarmowe, ale także ogólne zachowanie się zwierząt. Niezmiernie doniosłe znaczenie ma wykazanie, że powstające przy uszkodzeniu ośrodków pozytywnych podwzgórza lub ciała migdałowatego zaburzenia emocjonalne mogą być znowu przywrócone do normy po usunięciu części hamulcowej ciała migdałowatego.

Badania powyższe pozwalają zrozumieć mechanizm powstawania zaburzeń emocjonalnych i depresji u człowieka oraz mogą znaleźć zastosowanie w psychiatrii, w leczeniu zaburzeń psychotycznie-podobnych powstałych w wyniku uszkodzeń mózgu, a także w leczeniu nerwic drogą przestrojenia stosunków pobudzeniowo-hamulcowych.

Badania zostały rozpoczęte w latach sześćdziesiątych, a zakończone w 1972 r.

UCHWAŁY

XI ZJAZDU POLSKIEGO TOWARZYSTWA PARAZYTOLOGICZNEGO

Parazytologzy Polscy, zebrani w Poznaniu w dniach 10—12 maja 1973 r. na XI Zjeździe, który odbywał się pod hasłem: „Środowisko człowieka jako potencjalne źródło chorób pasożytniczych”, wyrażają przekonanie, że problemy ochrony i kształtowania środowiska powinny być rozwiązywane z udziałem parazytologów. Konieczność tego udziału wiąże się między innymi ze wzrastającym zagrożeniem zdrowia ludności oraz stratami gospodarczymi wywoływanymi przez pasożyty, które w nieustannie zmienianym przez człowieka środowisku znajdują szczególnie korzystne warunki do inwazji.

Wyrażamy gotowość współuczestniczenia w rozwiązywaniu problemów parazytologicznych w programach krajowych i międzynarodowych ochrony środowiska człowieka.

Wzrastające zadania stojące przed parazytologią polską związane z ustaloną na X Jubileuszowym Zjeździe Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego problematyką naukową, wymagają możliwie szybkiego przygotowania kadry i nowoczesnego wyposażenia warsztatów pracy.

Dotychczasowe osiągnięcia parazytologii powinny być sprawniej niż dotąd realizowane w praktyce. Wymaga to wydatnej pomocy wszystkich zainteresowanych resortów, a zwłaszcza Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, Zdrowia i Opieki Społecznej oraz Rolnictwa.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Витолд Яхимчик</i> — Отчет о работе XIII Секции (Биологические науки) II Конгрессе Польской Науки	553
Решение Биологической секции II Конгресса Польской Науки	557
<i>Якуб Мовшович</i> — Биосфера и растительные экосистемы	563
<i>Анджей Вартонь</i> — Центральная догма молекулярной биологии и явления наследственности	571
<i>Чеслав Бедульский</i> — Эволюционный характер биолюминесценции	575
<i>Тереса Гулевич</i> — Происхождение и родство видов растений по современным исследованиям	593
<i>Данута Отловска</i> — Эволюция мягкой пшеницы (<i>T. aestivum</i>) и действие хромосомы 5 В	601

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

<i>Ян Бочек</i> — Процессы старения у насекомых и клещей	611
<i>Роман Анджеевски</i> — Проблематика экологичная в программе „Человек и среда”	623
<i>Кристина Киселевская</i> — Экологические направления в паразитологических исследованиях	635

РЕЦЕНЗИИ	641
--------------------	-----

НАУЧНАЯ ХРОНИКА	643
---------------------------	-----

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ	649
--	-----

CONTENTS

<i>Witold Jachymczyk</i> — Report from the sessions of Section 13 th of Biological Sciences on the Second Congress of the Polish Science	553
Conclusions of the Section of Biological Sciences of the Second Congress of the Polish Science	557
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Biosphere and plant ecosystems.	563
<i>Andrzej Wartyń</i> — Central dogma of molecular biology and heredity	571
<i>Czesław Biedulski</i> — The Evolutionary character of Bioluminescence	575
<i>Teresa Hulewicz</i> — New Research on the Orygin and Relationship of Plant Species	593
<i>Danuta Otlowska</i> — The evolution of common wheat (<i>T. aestivum</i>) and the activity of chromosome 5B	601
<i>Jan Boczek</i> — The process of aging in insects and mites	611

DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Roman Andrzejewski</i> — Ecological problems in the project „Man and Environment”	623
<i>Krystyna Kisielewska</i> — Ecological trends in parasitological studies	635

BOOK REVIEW	641
-----------------------	-----

SCIENTIFIC CHRONICLE	643
--------------------------------	-----

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES	649
---	-----

MISCELLANEA	657
-----------------------	-----

SPIS TREŚCI

<i>Witold Jachymczyk</i> — Sprawozdanie z obrad Sekcji XIII Nauk Biologicznych II Kongresu Nauki Polskiej	553
Wnioski Sekcji nauk biologicznych II Kongresu Nauki Polskiej	557
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Biosfera a ekosystemy roślinne	563
<i>Andrzej Wartoń</i> — Centralny dogmat biologii molekularnej i zjawiska dziedzinienia	571
<i>Czesław Biedulski</i> — Ewolucyjny charakter bioluminescencji	575
<i>Teresa Hulewicz</i> — Pochodzenie i pokrewieństwo gatunków roślin w świetle nowszych badań	593
<i>Danuta Otlowska</i> — Ewolucja pszenicy zwyczajnej (<i>T. aestivum</i>) i działanie chromosomu 5B	601
<i>Jan Boczek</i> — Proces starzenia się u owadów i roztoczy	611

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Krystyna Kisielewska</i> — Ekologiczne kierunki badawcze w parazytologii	623
<i>Roman Andrzejewski i współpr.</i> — Problematyka ekologiczna w programie „Człowiek i środowisko”	635

RECENZJE

<i>Tomasz Załuski</i> — J. B. Faliński: <i>Anthropochory in xerothermic grasslands in the light of experimental data</i>	641
--	-----

KRONIKA NAUKOWA

<i>Elżbieta Malzahn</i> — Wpływ pola elektromagnetycznego na właściwości koagulacyjne i fibrynolityczne krwi; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Metoda szybkiego różnicowania mikroorganizmów przy pomocy rejestracji ich fotoluminescencji; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Wpływ niektórych czynników fizyko-chemicznych na intensywność ultrasłabego promieniowania roślin; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Badania procesów krystalizacji podczas zamrażania obiektów biologicznych	643
---	-----

ZEBRANIA ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Krystyna Kisielewska</i> — Sympozjum pn. Współczesne problemy ekologiczne w parazytologii	649
<i>Zdzisław Kajak</i> — Sesja naukowa „Ochrona środowiska człowieka” w łódzkiej aglomeracji miejskiej	652
<i>Henryk Szarski</i> — Przedmioty jednoczące w nauczaniu biologii	654

MISCELLANEA

Wpisy do „Księgi Czynów i Osiągnięć Nauki Polskiej”	657
Uchwały XI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego	658

Tylko prenumerata zapewni
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Cena prenumeraty krajowej:

rocznie zł 90,—

półrocznie zł 45,—

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

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

Prenumerata zagraniczna

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

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

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

Subscription orders can be sent directly to:
„Ars Polona—Ruch”
Warszawa 1
P.O. Box 154
sending remittance of \$ 10.80 through
the Bank Handlowy — Warszawa, Traugutta 7

Kosmos A., R. XXII, 6, 551—662, grudzień, Warszawa 1973.

Indeks 36417