

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXXI

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 1-2 (173)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1982

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

prof. dr Tadeusz Gorczyński, prof. dr Kazimierz Petrusewicz
prof. dr Aleksandra Przetęcka, prof. dr Przemysław Trojan, prof. dr Adam Urbanek,
prof. dr Kazimierz Wierzchowski
redaktor naczelny: prof. dr Włodzimierz Michajłow
sekretarz: mgr Jadwiga Kobuszewska

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

2599



Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10
Nakład 1130+110 egz. Ark. wyd. 13,5, ark. druk. 10,5. Papier druk.
mat. V 71 g, B1

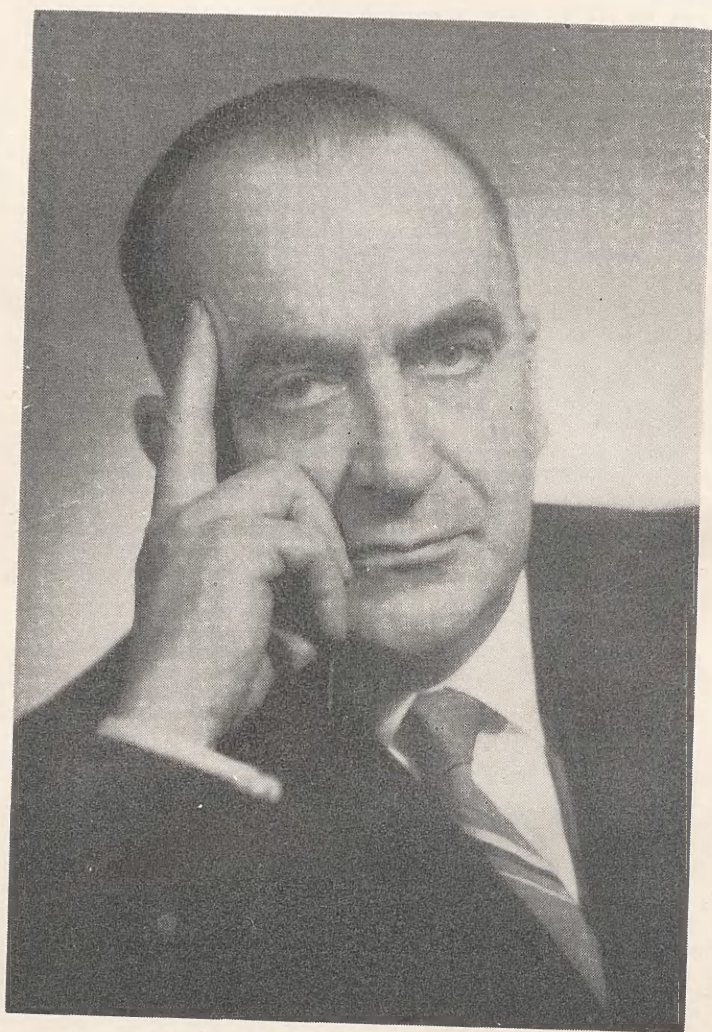
Oddano do składania 27.XI.1981 r. Podpisano do druku 7.VII.1982 r.
Druk ukończono w lipcu 1982 r.

Zam. 640/81

Z-38

Cena zł 90,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Sniadeckich 8



WSPOMNIENIE O PROFESORZE KAZIMIERZU MAŚLANKIEWICZU

W dniu 21 sierpnia 1981 r. zmarł w Krakowie po krótkiej chorobie prof. dr Kazimierz Maślankiewicz. Był już w okresie międzywojennym aktywnym działaczem Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, a od 1959 r. aż do zgonu prezesem Zarządu Głównego i od 1955 r. redaktorem naczelnym popularnonaukowego czasopisma tej organizacji — miesięcznika „Wszechświat”.

Kazimierz Maślankiewicz urodził się 9 czerwca 1902 r. w Pruchniku w ówczesnym powiecie Jarosław jako syn Bronisława — urzędnika skarbowego — i Józefy z domu Klimek. Wychowywał się w Krakowie, gdzie rodzice przenieśli się ok. 1905 r. W Krakowie ukończył szkołę podstawową, a następnie III Gimnazjum im. Jana Sobieskiego. Maturę z odznaczeniem uzyskał w 1920 r., po czym zapisał się na nowo powstałą Akademię Górniczą w Krakowie. Przeniósł się jednak na Uniwersytet Jagielloński, gdzie studiował na Wydziale Filozoficznym chemię oraz petrografię z mineralogią. Podczas studiów został asystentem w Zakładzie Chemii Nieorganicznej. Jednocześnie współpracował z prof. Stefanem Kreutzem w Katedrze Mineralogii UJ, gdzie 22 marca 1927 r. uzyskał doktorat filozofii na podstawie rozprawy „Przyczynki do petrografii egzotyków północnej części fliszu Karpat środkowych”. Subwencje na badania terenowe niezbędne do tej pracy otrzymał z Komisji Fizjograficznej PAU, organizacji, z którą współpracował także w latach późniejszych.

Uzyskując stopień doktora filozofii z zakresu petrografii i geologii posiadał także uprawnienia do nauczania w szkole średniej w zakresie chemii i mineralogii oraz geologii i geografii.

Dalsza droga życiowa dr. Maślankiewicza jest poniekąd typowa dla wyróżniających się absolwentów studiów przyrodniczych okresu międzywojennego. Był do wybuchu wojny związany z macierzystą uczelnią, zrazu jako starszy asystent w Zakładzie Chemii Nieorganicznej (lata 1927—1935) oraz wykładowca (lata 1933—1939). Jednocześnie prowadził wykłady w Państwowym Pedagogium w Krakowie (lata 1927—1939), uczył także w Państwowej Szkole Przemysłowej (lata 1927—1939) i w prywatnym Gimnazjum im. H. Kaplińskiej. Żeby uzupełnić ten rejestr dodać trzeba jeszcze jedną funkcję: od 1928 r. kierował (aż do 1955 r.) Urzędem Probierczym w Krakowie.

Uczniowie wymienionych wyżej zakładów nauczania wspominają dr. Maślankiewicza jako znakomitego pedagoga, skłonnego zawsze do pomocy uczniom i studentom mającym zaległości. Zresztą, jako nauczyciel, daleko wychodził poza zakres uprawnień pedagogicznych. Okresowo uczył w szkołach średnich także matematyki i fizyki. Swoją encyklopedyczną wiedzę, w sensie dosłownym i przenośnym, z zakresu nauk przyrodniczych, wykorzystał w tym czasie do pracy w drukowanej w Krakowie „Encyklopedii Guttenberga”. Wszystkie hasła poświęcone mineralogii, a także wiele z różnych dziedzin przyrodniczych i technicznych, napisał do tej encyklopedii. Posiadał przy tym niewątpliwie rzadką umiejętność — maksymalnie skrótowego podawania niezbędnych informacji.

Umiejętność tę wykorzystywał nie tylko w swojej pracy pedagogicznej, ale również w okresie późniejszym jako autor licznych podręczników akademickich, książek popularnonaukowych, a przede wszystkim podczas redakcji artykułów w czasopiśmie „Wszechświat”.

Zajęcia pedagogiczne okresu międzywojennego nie sprzyjały systematycznej pracy terenowej geologa. Mimo to dr Maślankiewicz był wieloletnim współpracownikiem Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, z ramienia którego prowadził dorywczo badania w Karpatach. Wyniki tych badań nie zostały jednak opublikowane. Nie zdołał także oddać do druku pracy doktorskiej, choć zdecydowały o tym już inne okoliczności. Pochłonięty bowiem został przez swą nową pasję: historię nauki. W 1936 r. nawiązał kontakt z redakcją „Polskiego słownika biograficznego” i już w drugim tomie zamieścił biografię zapomnianego mineraloga z pierwszej połowy XIX w. — Stanisława Borkowskiego. Drugą postacią, której poświęcił swój artykuł w „Słowniku”, był Ignacy Domeyko. Pisał także o współczesnych (np. Karolu Bohdanowiczu), historii górnictwa węglowego, działalności geologicznej i górniczej Stanisława Staszica itp. Przy okazji zdołał opanować warsztat historyka. Podczas pracy nad artykułami — zwykle zresztą skromnych rozmiarów — zapoznawał się nie tylko z licznymi publikacjami, ale także z rękopisami zgromadzonymi w wielu krajowych bibliotekach specjalistycznych (np. do biografii Borkowskiego wykorzystał rękopisy tego przyrodnika przechowywane w Zakładzie Narodowym im. Ossolińskich we Lwowie). W tym czasie rozwinął swą działalność w Komisji Historii Medycyny i Nauk Matematyczno-Przyrodniczych PAU.

W okresie okupacji dr Maślankiewicz przebywał w Krakowie. Urząd Probierczy, którym nadal kierował, stał się komórką działalności konspiracyjnej, a nawet przechowywania broni. W latach 1942—1945 wykładał na tajnym Uniwersytecie Jagiellońskim. Był także współpracownikiem tajnej gazety wychodzącej na terenie Krakowa „Dziennika Polskiego” oraz redaktorem dywersyjnego pisma „Germania”, wydawanego po niemiecku dla Niemców (znał doskonale języki: niemiecki i angielski). Wraz z rodziną przyczynił się w 1944 r. do zorganizowania opieki licznym wygnańcom z Warszawy po upadku Powstania. Przechowywał także w ostatnich miesiącach wojny w swym mieszkaniu wybitnego geologa, Józefa Zwierzyckiego, który niemal przez całą okupację — jako specjalista naftowy — był internowany w Berlinie, skąd zdołał zbiec do Krakowa.

Już w pierwszym dniu wyzwolenia Krakowa, wspomagał prof. Walerego Goetla przy gaszeniu i zabezpieczaniu płonącego gmachu Akademii Górniczej w Krakowie. W 1945 r. przyczynił się w znacznym stopniu do reaktywowania tej uczelni w nowych warunkach, jeszcze walczącego kraju. Ogromną swą wiedzę przekazywał w tym czasie młodzieży studiującej na tej uczelni. Największą Jego zasługą w tym okresie jest jednak organizacja pomocy materialnej profesorom i asystentom ewakuowanym ze Lwowa. Dzięki ogromnej energii dr. Maślankiewicza wielu wybitnych specjalistów znalazło w Krakowie schronienie i pracę w istniejących placówkach nauczania. Siedziba czasopisma „Wszechświat” przy ul. Podwałe była miejscem Jego urzędowania. Nikt z repatriowanych nie odszedł z niej bez pomocy, której udzielał dr Maślankiewicz.

Napływ kadry z uczelni lwowskich, a także inne okoliczności wpłynęły zaledwie na okresowe zatrudnienie dr. Maślankiewicza na Akade-

mii Górniczej. W latach 1945—1947 wykładał m.in. gleboznawstwo na Wydziale Górniczym, a w latach 1946—1951 chemię na wydziałach politechnicznych tej uczelni. W 1946 r. organizator studiów geologicznych na odradzających się uczelniach Wrocławia, prof. Józef Zwierzycki, zdołał namówić dr. Maślankiewicza do objęcia kierownictwa Katedry Mineralogii i Petrografii na Uniwersytecie Wrocławskim i Politechnice Wrocławskiej (po podziale uczelni katedra ta pozostała na Uniwersytecie, a dr Maślankiewicz kierował nią do przejścia na emeryturę w 1972 r.). Po rozdzieleniu się uczelni był wykładowcą na Politechnice Wrocławskiej do 1957 r., ale jednocześnie wykładał na wieczorowych szkołach inżynierskich we Wrocławiu (lata 1951—1954) i w Krakowie (lata 1954—1955). Wreszcie w 1955 r. objął kierownictwo Katedry Chemii Nieorganicznej i Analitycznej na Wydziale Farmaceutycznym Akademii Medycznej w Krakowie (do 1968 r.). Jak łączył obowiązki zawodowe i działalność społeczną — tego właściwie nikt nie zdoła określić. Pewną jest rzeczą, że wywiązywał się ze swych obowiązków, a Jego wykłady były zwykle porywające. Odczyty popularnonaukowe — o kamieniach szlachetnych, Domeyce i in. — cieszyły się ogromnym powodzeniem, podobnie zresztą, jak i sesje naukowe organizowane przez Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika oraz Polskie Towarzystwo Geologiczne.

Gwoli ścisłości odnotować musimy, że dr Maślankiewicz nie miał szczęścia do tytułów naukowych. W dwóch dziedzinach, w których był doskonałym wykładowcą i nauczycielem akademickim (mineralogii wraz z petrografią i chemii) nie prowadził od lat czynnych badań naukowych. Był natomiast niekwestionowanym autorytetem jako historyk nauk przyrodniczych. Dziedzina ta została uznana powszechnie dopiero w ostatnich latach, a odpowiedniej katedry nie ma do dzisiaj na żadnej uczelni. Na Uniwersytecie Wrocławskim był początkowo zastępcą profesora, a od 1957 r. docentem. W tym samym czasie został także docentem na Akademii Medycznej w Krakowie. Tytuł profesora nadzwyczajnego uzyskał w 1963 r. Prawie dziesięć lat później przeszedł na emeryturę, pełnił w tym czasie nawet funkcję prorektora Uniwersytetu Wrocławskiego, ale uzwyczajnienia nie uzyskał. Wiem jednak, że sprawa ta właściwie nie interesowała Go, podobnie jak i odznaczenia (posiadał m.in. Złoty Krzyż Zasługi oraz Krzyże: Kawalerski i Oficerski Orderu Odrodzenia Polski) i nagrody, nawet za podręczniki akademickie. Cieszyły go przede wszystkim postępy uczniów. Nie są one małe. Dość powiedzieć, że wśród jego uczniów są już profesorowie uniwersyteccy. Tylko do 1963 r. (tzn. za docentury) siedmiu z nich uzyskało doktoraty, a 50 magisteria. Później był inspiratorem, opiekunem i recenzentem licznych prac habilitacyjnych oraz superrecenzentem w Centralnej Komisji Kwalifikacyjnej. A przecież prowadził pracę na Uniwersytecie, który dysponował nadzwyczaj skromnym zasobem aparatury. Pomagając swym uczniom, zwłaszcza w zakresie rozpoznania bazy surowcowej Dolnego Śląska nawiązał liczne kontakty przede wszystkim z Instytutem Geologicznym oraz różnymi przedsiębiorstwami specjalistycznymi. Tą drogą poszerzał możliwości pracy twórczej współpracowników. W rezultacie wychował znakomitą zespół specjalistów, znanych zresztą poza granicami Polski.

Nie potrafimy zrozumieć, jak przy licznych zajęciach zdołał przygotowywać prace do druku, uczestniczyć w licznych zespołach redakcyjnych. Prawdą jest, że pisał zwykle artykuły krótkie, ale przecież ich liczba z pewnością przekracza 500 (pomijając tu oczywiście hasła ency-

kłopedyczne). Prawdą jest również i to, że w tej liczbie znajdują się opracowania wcale przecież obszerne, jak choćby wydana w 1957 r. książka „Georgius Agricola 1494—1555. Górnik, metalurg, mineralog, chemik, lekarz” głównie przez niego w większości napisana. Podobnie było z opublikowaną w 1959 r. książką „Polscy badacze przyrody” z syntetycznym szkicem dziejów nauk mineralogicznych w Polsce oraz życiorysem Domeyki. Wydał także większą biografię Jana Nowaka — profesora geologii UJ z okresu międzywojennego (53 str. — druk w 1964 r.) oraz liczącą 283 str. monografię pt. „Z dziejów górnictwa solnego w Polsce” (druk 1965 r.). Jego książka „Kamienie szlachetne” (pierwsza edycja w 1960 r.) doczekała się dwóch wydań (kolejne ma ukazać się niebawem). Napisany wspólnie z A. Szymańskim podręcznik „Mineralogia stosowana” (druk w 1976 r.) przygotowywany jest obecnie do edycji obcojęzycznej na Zachodzie. Obok tych książek i podręczników akademickich (mineralogicznych i petrograficznych) wydawanych w różnych edycjach w dorobku Profesora Maślankiewicza znajdują się obszerne opracowania popularne, jak choćby książka „Surowce chemiczne” (1966 r.), „Wulkany” (1961 r.), „Wulkany i człowiek” (1976 r.), „Wśród minerałów i skał” (1973 r.). Tego typu opracowania zamieścił także w opracowaniach zbiorowych, a m.in. w książce „Ziemia” (edycje z 1970 i 1972 r.).

Otrzymał bardzo cenną nagrodę za podręcznik akademicki „Wstęp do nauki o skałach. Zarys petrografii” (druk 1957 r.). W 1962 r. za całokształt wiedzy popularyzatorskiej prowadzonej w czasopiśmie „Wszechświat”, towarzystwach naukowych oraz w Towarzystwie Wiedzy Powszechniej otrzymał nagrodę redakcji „Problemów” — nagrodę o niekwestionowanej randze.

Dorobek naukowy Profesora Maślankiewicza w okresie powojennym w dużym stopniu dotyczy historii nauk przyrodniczych. Jego działalność organizacyjna w tym czasie także ściśle związana była z zespołami zajmującymi się historią nauki i techniki. Przez wiele lat kierował m.in. Zespołem Historii Górnictwa Solnego przy Zakładzie Historii Nauki i Techniki PAN, a także Radą Naukową Muzeum Żup Solnych w Wieliczce. W 1967 r. został Sekretarzem Generalnym Międzynarodowego Komitetu Historii Nauk Geologicznych. Funkcję tę pełnił przez kilka kadencji. Uczestniczył także w Międzynarodowych Kongresach Historii Nauki w Warszawie (1965 r.), Moskwie (1971 r.) oraz na krajowych i zagranicznych spotkaniach Międzynarodowego Komitetu Historii Nauk Geologicznych: w Warszawie w 1969 r., Freibergu saskim w 1970 r., Leningradzie w 1972 r., Montrealu w 1972 r., Madrycie w 1974 r., Londynie w 1975 r. Na spotkaniach tych zwykle przedstawiał referaty dotyczące działalności polskich mineralogów w XIX w. Rzecz charakterystyczna, że interesował się przede wszystkim twórczością wybitnych geologów i mineralogów. Jego referaty upowszechniały wiedzę o osiągnięciach Polaków a zarazem wskazywały, iż nauka polska zawsze znajdowała się na wysokim poziomie naukowym mimo niekorzystnych warunków jej rozwoju pod zaborami.

Zarówno w okresie międzywojennym, jak i po ostatniej wojnie Profesor Maślankiewicz był aktywnym członkiem wielu organizacji naukowych. Działał m.in. w Akademickiej Lidze Przyjaciół Kasy im. Mianowskiego oraz w Polskim Towarzystwie Geologicznym. Okresowo był sekretarzem i prezesem Zarządu Głównego PTG. Wyróżniony został także członkostwem honorowym tej organizacji. Zorganizował m.in. w 1951 r.

Oddział Wrocławski Polskiego Towarzystwa Geologicznego i był przez szereg lat prezesem tego oddziału w kilku kadencjach. Najmocniej jednak związany był z Polskim Towarzystwem Przyrodników im. Kopernika. W okresie powojennym czynnie uczestniczył w pracach tej organizacji. W 1946 r. był sekretarzem generalnym, a w 1959 r. został prezesem, zastępując na tym stanowisku Kazimierza Petrusewicza. Walny Zjazd PTP im. Kopernika w 1980 r. potwierdzając wybór Profesora Maślankiewicza na kolejną kadencję wyróżnił Go Złotą Odznaką oraz dyplomem członka honorowego.

Swoją obecną kształt oraz kierunki działalności zawdzięcza Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika w dużym stopniu Profesorowi Maślankiewiczowi. Wiele wysiłku położył nie tylko w wypracowanie profilu organizacji naukowej i popularyzatorskiej zarazem. Stworzył przede wszystkim wzorczą działalność zarówno wśród miłośników przyrodoznawstwa, jak i młodych adeptów nauki. W ostatnim okresie wreszcie doceniał jeszcze inną stronę działalności Towarzystwa, jako platformy wspólnych działań przyrodników, humanistów i techników. Wielka specjalizacja poszczególnych dyscyplin wpływała bowiem na zahamowanie kierunków upowszechniania osiągnięć naukowych. Przecistawianiu się negatywnym skutkom tego procesu służyły sekcje interdyscyplinarne, w pracach których czynnie uczestniczył niemal do ostatnich dni swego życia.

Szczególnie wiele uwagi przykładął Profesor Maślankiewicz do pracy redakcji czasopisma „Wszechświat”. Był jednym z organizatorów tego czasopisma po przerwie wojennej, kiedy zaczęło się ono ukazywać w Krakowie kilka miesięcy po zakończeniu wojny. Od tego czasu był członkiem komitetu redakcyjnego, a następnie od 1953 r. przez dwa lata zastępcą redaktora naczelnego i redaktorem naczelnym. Same dane o funkcjach niewiele mówią o charakterze pracy. A była ona nadzwyczaj ciężka i odpowiedzialna. Profesor Maślankiewicz z pewnością lubił korzystać z pomocy fachowców. Dużą przyjemność sprawiał Mu artykuły nadsyłane przez Janusza Lecha Jakubowskiego (elektronika i miłośnika przyrodoznawstwa) z jego licznych podróży zagranicznych. Starał się, by choć jeden artykuł w poszczególnym zeszycie „Wszechświata” był napisany przez wybitnego przyrodnika i dotyczył przy tym najnowszycy badań o charakterze poznawczym. Artykuły tego typu przyjmował zawsze z największą radością, a autorów darzył ogromną serdecznością. Najwięcej jednak czasu poświęcał dwóm grupom piszących: młodym naukowcom oraz miłośnikom przyrodoznawstwa zamieszkającym poza centrami naukowymi. Wielu późniejszych specjalistów o światowej sławie debiutowało we „Wszechświecie” (np. S. Dzułyński). Dziesiątki młodych biologów, geologów nadsyłając swe opracowania do czasopisma zawsze spotykało się z życzliwym przyjęciem. Nie zawsze Profesor Maślankiewicz był w stanie sam ocenić wartość opracowania młodego adepta nauki. Korzystał wówczas z pomocy tych, którzy przeszli już swój „chrzest bojowy”. Na współpracownikach redakcji spoczywała także troska nad opracowaniami miłośników przyrody nadsyłających swe opracowania z różnych stron kraju. Pod kierownictwem Profesora Maślankiewicza redakcja „Wszechświat” stała się instytucją popularyzującą oraz uczącą sposobów przekazywania swych myśli o sposobach badań naukowych. Rzecz zrozumiała, że do takiej roli czasopisma przyczyniało się wiele osób, stałych współpracowników, a przede wszystkim Franciszek Górski, Marian Książkiewicz, Zygmunt Grodziński i inni.

Profesor Maślankiewicz potrafił ich jednak skupić wokół redakcji, podobnie jak i dziesiątki współpracowników czasopisma, głównie z Warszawy i Wrocławia.

Był też Profesor Maślankiewicz duszą innego czasopisma Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, wydawanego w latach 1955—1961 kwartalnika „Kosmos — Seria B — Przyroda nieożywiona”. Współpracował tu z Leopoldem Infeldem i Józefem Hurwicem. Jako zastępca redaktora naczelnego przyczynił się do nadania znakomitego poziomu temu periodykowi. Sam zresztą drukował w nim liczne opracowania z historii nauki. Podczas 100-lecia Towarzystwa w 1975 r. na jubileuszowej sesji naukowej dokonano przeglądu osiągnięć organizacji. Wielu mówców podkreślało ogromne znaczenie tej serii „Kosmosu” w upowszechnianiu wiedzy z zakresu przyrody nieożywionej. Postulowano wówczas potrzebę odbudowy „Kosmosu — Seria B — Przyroda nieożywiona”. Postulat ten czeka nadal na realizację.

Należy wspomnieć jeszcze o niektórych dziedzinach działalności Profesora Maślankiewicza w PTP im. Kopernika. Uczestniczył w wielu sesjach problemowych organizowanych głównie za prezesury prof. K. Petruszewicza. Kiedy po nim przejął kierownictwo organizacją dalej kontynuował tego typu wymianę myśli wśród specjalistów wielu dziedzin. Po latach należało tych form działalności organizacji zaniechać. Powstały wówczas w Towarzystwie sekcje specjalistyczne: Kopernikańska, Speleologiczna i Dydaktyki Biologii. Profesor Maślankiewicz w miarę swych możliwości uczestniczył w dorocznych spotkaniach tych Sekcji, nierzadko czynnie wspierając zarządy swym ogromnym doświadczeniem.

Wreszcie jeszcze jedna sprawa: młodzieżowa Olimpiada Biologiczna. Została ona zorganizowana w 1971 r. przy Zarządzie Głównym PTP im. Kopernika i istnieje do dziś. Profesor Maślankiewicz nie był biologiem, posiadał jednak bardzo ugruntowaną wiedzę botaniczną i zoologiczną oraz znakomitego doradcę w osobie żony — dr Zofii Maślankiewiczowej. Był też czytany w najnowszej literaturze biologicznej, czemu zresztą dawał niejednokrotnie wyraz jako autor recenzji zamieszczanych w czasopiśmie „Wszechświat”. Z tych względów uczestniczył w pracach władz centralnych młodzieżowej Olimpiady Biologicznej i przyczynił się w poważnym stopniu do powodzenia organizacyjnego i pedagogicznego tej imprezy.

Wspomnieć trzeba, że za kadencji Profesora Maślankiewicza, jako prezesa Zarządu Głównego, przypadło 100-lecie Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika. Podczas sesji jubileuszowej Profesor otrzymał z rąk Ministra Oświaty i Wychowania Medal Komisji Edukacji Narodowej, a Towarzystwo — Order Sztandaru Pracy II klasy. Referaty z tej sesji, wzbogacone innymi materiałami, ukazały się w księdze jubileuszowej, której korektę wykonał Profesor Maślankiewicz w ostatnich miesiącach swego życia. Księga ukazała się w kilka dni po Jego zgonie.

Wypada podkreślić, że Profesor Maślankiewicz był bardzo lubianym członkiem władz Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika. Swoim współpracownikom pozostawiał zawsze duży margines swobody. Ufał ludziom i był dla nich zawsze bardzo wyrozumiały i życzliwy. Dlatego jego odejście było ciężkim ciosem nie tylko dla współpracowników z redakcji czasopisma „Wszechświat” i Zarządu Głównego PTP im. Kopernika, ale również licznych wychowanków, którzy żegnali Go przy grobie na Cmentarzu Rakowickim w Krakowie.

WŁODZIMIERZ MICHAJŁOW

Instytut Parazytologii PAN
Warszawa

MORFOLOGICZNE PROBLEMY KOEWOLUCJI W ŚWIECIE ZWIERZĘCYM *

Wąsko i ściśle określone pojęcie koewolucji organicznej należałoby ze względów metodologicznych ograniczyć do przypadków bliskiej współzależności dwu odrębnych gatunków organicznych tworzących swoisty system jako specyficzną jednostkę biologiczną. System ten jest poddany działaniu selekcji organicznej i doboru naturalnego jako odrębny twór biologiczny. Składające się na ten system gatunki przebywają określony — krótszy lub dłuższy — etap wspólnego rozwoju ewolucyjnego, czyli właśnie koewolucji. Tak wąsko pojęte pojęcie koewolucji organicznej może być zastosowane tylko do zjawisk symbiozy i pasożytnictwa. Należy przyznać rację tym ekologom, którzy oba te zjawiska określają wspólnym mianem symbiozy, biorąc pod uwagę, że w obu przypadkach powstają wspomniane wyżej systemy. Założenie to wymaga jednak odróżnienia w ramach ogólnego zjawiska symbiozy dwu jego odmian — symbiozy właściwej, którą można by określać mianem syndesbiozy oraz pasożytnictwa. Ścisłe odróżnienie obu tych zjawisk nie zawsze jest możliwe, gdyż granice pomiędzy nimi są płynne. Ogólnie biorąc jednakże symbiozę właściwą (syndesbiozę) cechuje to, że pomiędzy gatunkami symbiontów wzajemne oddziaływania w tym przypadku mają charakter sprzężeń zwrotnych dodatnich, czyli, mówiąc inaczej są korzystne dla obu składników układu i to prawdopodobnie od początków jego kształtowania się. W przypadku pasożytnictwa wzajemne oddziaływania partnerów systemu cechuje negatywne sprzężenie zwrotne, czyli, inaczej mówiąc, są one obustronnie niekorzystne. Dopiero w systemach pasożytniczych ewolucyjnie starszych negatywne oddziaływania wzajemne ulegają osłabieniu, tak że układ znajduje się w stanie pewnej równowagi. Z tego punktu widzenia nie prowadzono jeszcze dotąd w odniesieniu do całego obszaru wspomnianych wyżej zjawisk systematycznych badań. Nie sposób je także omówić w całokształcie w krótkim opracowaniu. W dalszym ciągu ograniczymy się więc do jednego tylko zjawiska, o charakterze koewolucyjnym, a mianowicie do pasożytnictwa w świecie zwierzęcym, rozpatrując je jedynie w aspekcie morfologicznych przemian powstałych — jak można przypuszczać — w wyniku koewolucyjnego rozwoju układów „pasożyt—żywiciel”.

Jak wiadomo, najbardziej jaskrawy wyraz w przypadku pasożytnictwa zwierzęcego mają zachodzące w układach procesy fizjologiczne. Wzajemne oddziaływania pasożytów oraz ich żywicieli badane są na

* Na podstawie referatu na Międzynarodowej Konferencji Morfologicznych Problemów Ewolucji (Moskwa, 1981).

świecie szeroko pod kątem widzenia fizjologicznym oraz immunologicznym. Nagromadzono wiele danych o takich zjawiskach, jak oporność i odporność pasożytów i żywicieli, ich specyficzność, różne rodzaje immunitetów itp. W powstawaniu i ewolucji układów „pasożyt—żywiciel” zjawiska te odgrywają niewątpliwie najczęściej rolę wiodącą. Jednakże na baczność uwagę zasługują także występujące w układach pasożytniczych zjawiska związane z morfologią obu partnerów.

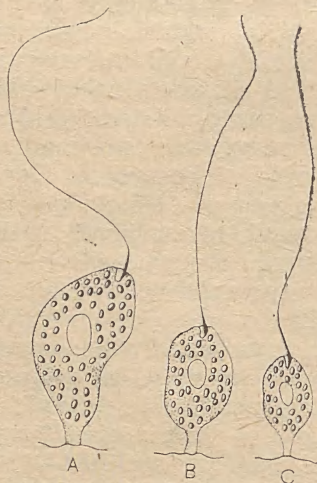
W dalszym ciągu zajmiemy się morfologicznymi cechami pasożytów, mającymi charakter adaptacji do pasożytniczego trybu życia, zwracając głównie uwagę na endopasożyty, jako najbardziej w tym kierunku zaangażowane.

Celowe wydaje się przykładowe rozpatrzenie i sklasyfikowanie niektórych urządzeń morfologicznych służących:

- 1) opanowaniu żywiciela i wejściu tą drogą w skład systemu,
- 2) utrzymaniu się i przetrwaniu w żywicielu,
- 3) wykorzystaniu warunków życia w organizmie żywiciela,
- 4) opuszczaniu żywiciela.

1. OPANOWANIE ŻYWICIELA, POWSTAWANIE UKŁADÓW

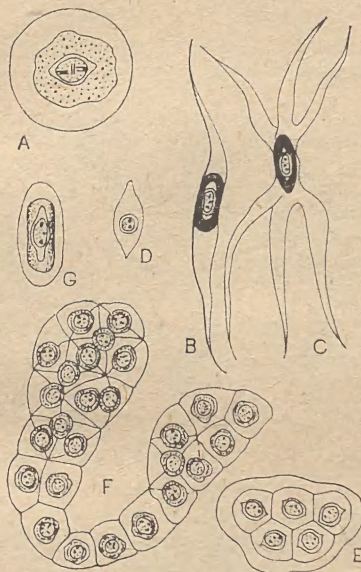
Istnieje w różnych grupach pasożytów zwierzęcych wiele urządzeń służących biernemu opanowywaniu żywiciela. Wśród pierwotniaków np. obserwujemy u swobodnie żyjącej postaci pasożyta jelitowego *Copepoda*, *Parastasia norvegica* (Mich.) (rys. 1) intensywne rytmiczne ruchy wici osobników przytwierdzonych tylnym końcem ciała do podłoża. Obserwowałem wielokrotnie masowe pożeranie takich postaci przez przywabionych tym ruchem żywicieli — *Copepoda* [10].



Rys. 1. Postać wiciowa *Parastasia norvegica* Mich.

Jarecka [6] opisała szczególne zróżnicowania jajeczek niektórych *Cestoda* umożliwiające ich polykanie przez właściwych żywicieli pośrednich (rys. 2). Osłona jajeczka otaczająca embriofor może być bardzo

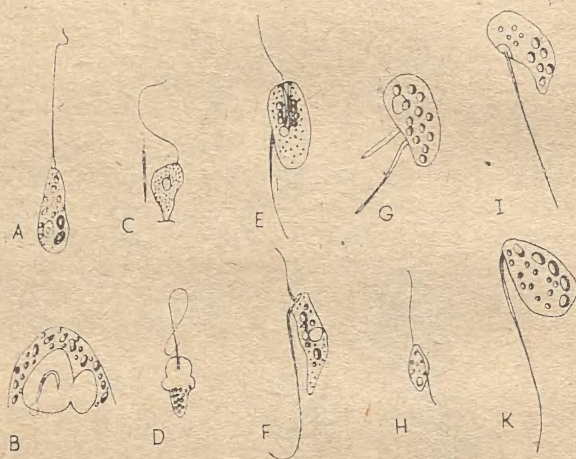
napeężniała (rys. 2A), co ułatwia unoszenie się w wodzie, specjalne wyrostki (rys. 2B,C) mogą umożliwiać czepianie się wodorostów i zjadanie przez planktonowe *Ostracoda*. Ciężkie, opadające na dno, jajeczka rodzaju *Hymenolepis megalops* połykane są przez *Ostracoda* bentosowe. Powiązane w okrągłe pakiety jajeczka *Aplopraksis furcigera* (rys. 2E) lub w podłużne skupienia jajeczka *Hymenolepis abortiva* (rys. 2F) zjadane są na dnie przez skąposzczety i kielże (*Gammarus*). Drobne jajeczka *Anomotaenia ciliata* (rys. 2D) unoszące się w wodzie zjadane są przez *Cladocera* żywiące się pierwotniakami. Wewnętrzna osłonka jaj *Diorchis stefañskii* przypomina okrzemkę i prawdopodobnie dlatego są one masowo pożerane przez żywicieli — *Cladocera* żywiące się okrzemkami. Przypadek ten można by określić mianem mimikry pasożytniczej, podobnie jak np. kształt i ruchy ogonka larwy przywry *Azygia lucii* upodabniające ją do larw komarów i pożeranej dlatego przez właściwego żywiciela — rybę.



Rys. 2. Jajeczka tasiemców. A — *Diploposthe laevis*, B — *Diorchis nyrocae*, C — *Diorchis* sp., D — *Anomotaenia ciliata*, E — *Aplopraksis furcigera*, F — *Hymenolepis abortiva*, G — *Diorchis stefañskii*; (wg Jareckiej)

Morfologiczne adaptacje mają w tym przypadku znaczenie perspektywne dla dalszego rozwoju pasożytów. Wyjaśnienie powstania tych specyficznych cech o charakterze niewątpliwie cenogenetycznym z ewolucyjnego punktu widzenia nie jest łatwe, ale możliwe. Prawdopodobnie powstanie opisanych wyżej urządzeń larwalnych należy rozpatrywać w świetle dwu istniejących obecnie przeciwstawnych koncepcji ewolucyjnego powstania złożonych cykli rozwojowych tasiemców — pierwotności lub wtórności żywicielstwa ostatecznego. Wydają się one przemawiać na rzecz starszej koncepcji Leuckarta, według której najpierw powstawały postacie tasiemców, które mają charakter larw, później zaś postacie, występujące obecnie jako dojrzałe płciowo w żywicielach osta-

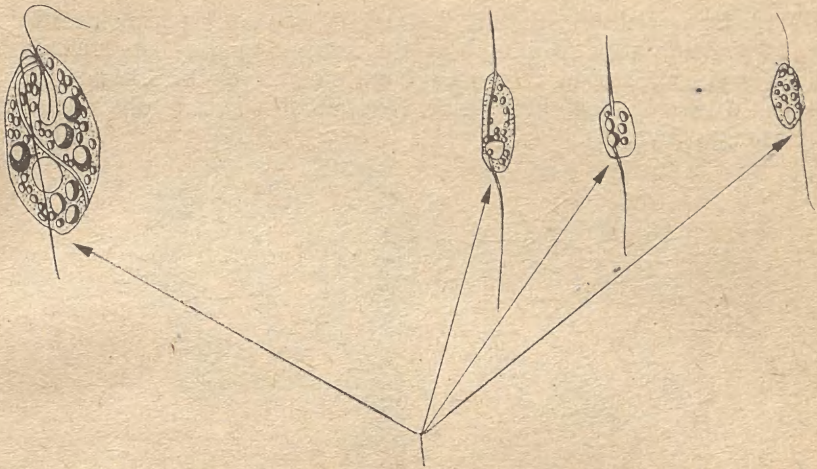
tecznych. Koncepcja ta jest obecnie zresztą coraz poważniej dokumentowana przez Jarecką [7]. Znamy z kolei wiele morfologicznych adaptacji do czynnego opanowywania żywicieli przez pasożyty. Oto niektóre z nich. Wśród wspomnianych już *Euglenida parasitica*, u wielu gatunków aktywnie przedostających się do jajeczek swych żywicieli — *Copepoda*, jedna lub dwie wici odgrywają podwójną rolę. Są to organella ruchu działające w toku aktywnego poszukiwania żywiciela oraz urządzenia służące do czynnego pokonywania oporu świeżych osłonek podczas przedostawania się do wnętrza jajeczek *Copepoda*. Pojedyncze lub podwójne wici rozmaicie ukształtowane i usytuowane na ciele pierwotniaka przystosowane są do realizacji specyficznych stereotypów ruchów służących wnikięciu do jaja (rys. 3a, e—k) [12]. W przypadku istnienia 2 wici, jedna z nich wykonuje ruchy świdrujące, druga umożliwia utrzymanie się na powierzchni jaja lub stanowi oś oporu. Warto zwrócić uwagę na filogenetyczne uwarunkowania morfologicznych i czynnościowych zmian wici *Euglenida*, uzależnionych od sposobu pasożytowania.



Rys. 3. Zmiany funkcji wici u *Euglenida*, *parasitica* i związane z tym przeobrażenia morfologiczne

a — *Astasia ovorum* Mich., b — *Parastasia norvegica* Mich., postać pasożytnicza, c — *P. norvegica* (Mich.), swobodnie żyjąca postać wiciowa, d — *Parastasia coeloniae* (Mich.) swobodnie żyjąca, bardzo ruchliwa postać wiciowa, e — *Dinema mazuricense* Mich., f — *Dinema ocelli* Mich., g — *Paradinemula ocelli* Mich., h — *Dinema celer* Mich., i — *Monomena reptans* Mich., k — *Monomena perpendiculare* Mich. (a, e—k — postaci wiciowe żyjące w wodzie i przedostające się do jajeczek żywicieli) (z Michałowa)

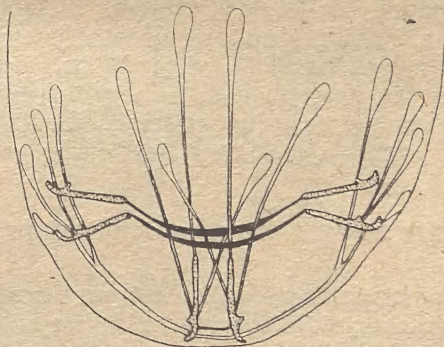
U przyszłych pasożytów jelit *Copepoda* mogą one — jak już wspomniiano — wykonywać ruchy przywabiające (rys. 3b, c, d), lub — już w okresie pasożytowania w jelicie — odgrywać zupełnie inną rolę, jak np. u *Parastasia norvegica* (Mich.) (rys. 3b) w postaci zredukowanej w zbiorniczku mogą spełniać pomocnicze czynności wydalinowe (ewolucyjna zmiana funkcji). Przy dostawaniu się do jaj *Copepoda* odgrywa niewątpliwie pozytywną rolę także mała wielkość ciała pasożytniczego wiciowca. Pasożyty należące do rodzaju *Dinema* są o wiele mniejsze od najmniejszych przedstawicieli gatunków tegoż rodzaju żyjących swobodnie w wodzie (rys. 4).



Rys. 4. Pierwotniaki swobodnie żyjące oraz gatunki pasożytnicze należące do rodzaju *Dinema* (Euglenida)

1 — *Dinema sulcatum* Christen (gatunek swobodnie żyjący), 2 — *D. aegypticum* Mich., 3 — *D. parvum* Mich., 4 — *D. velox* Mich. (pasożyty jaj Copepoda)

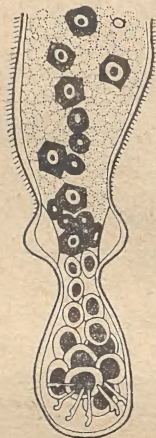
Znane są liczne urządzenia morfologiczne służące czynnemu opowaniu żywiciela u *Trematoda*, *Neumatoda* i *Cestoda*. Zatrzymamy się na jednym z nich, bliżej znanym autorowi. U swobodnie żyjącej w ciągu kilku dni urzęsionej postaci larwalnej niektórych *Cestoda*—*Pseudophyllidea*, zwanej coracidium, sama larwa (onkosfera) wyposażona jest w 6 charakterystycznych haczyków embrionalnych. W 1933 roku opisałem [8] związany z tymi haczykami aparat złożony z 15 komórek mięśniowych (rys. 5). Aparat ten zostaje uruchomiony raz jeden dopiero



Rys. 5. *Triaenophorus lucii* (Müll.) haczyki embrionalne onkosfery i związanych z nimi aparat mięśniowy (z Michajłowa)

wówczas, gdy larwa zostaje połknięta przez oczlika. Wtedy w ciągu kilkunastu minut komórki mięśniowe i haczyki wykonują skomplikowane i skoordynowane stereotypowe ruchy umożliwiające larwie tasiemca przedostanie się przez ścianki jelita oczlika do jego jamy ciała. W po-

wstającej tam drugiej postaci larwalnej, zwanej procerkoidem, aparat mięśniowy haczyków zanika, haczyki wraz z grupą komórek embrionalnych zostają zapchnięte do tworzącego się przydatku ogonowego — cerkomeru, który według koncepcji Janickiego [5] ma charakter narządu szczątkowego (rys. 6).



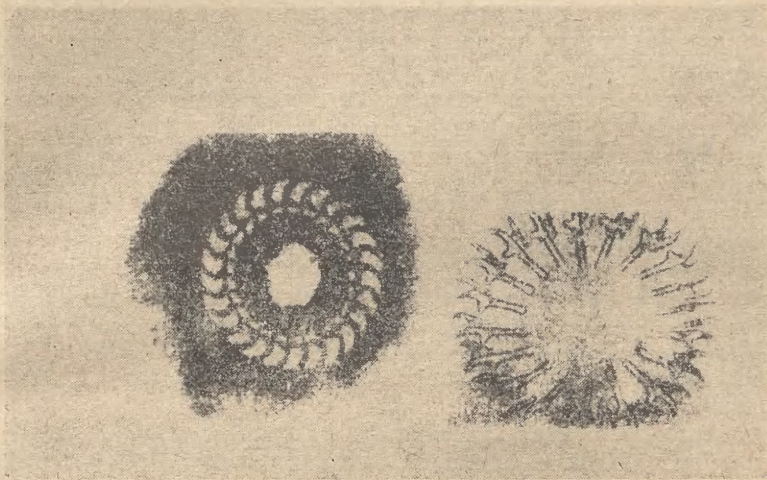
Rys. 6. Proceroid *Trienophorus lucii* (Müll.) z tworzącym się cerkomerem (z Michajłowa)

Powstanie w onkosferach tasiemców złożonego aparatu haczykowo-mięśniowego, spełniającego jednorazową funkcję, nie jest łatwo wyjaśnić w kategoriach ewolucjonizmu.

W dalszym ciągu rozwoju ontogenetycznego wspomnianego wyżej tasiemca, na powierzchni ciała procerkoidu tworzą się liczne szczeci [9]. Odgrywają one określoną rolę przy wnikaniu procerkoidów z jelita ryby, która połknęła zarażone oczliki, do jej jamy ciała (rys. 6). Szczeci tych nie posiada trzecia z kolei postać larwalna tasiemca, plerocerkoid, bytujący w jamie ciała ryby. Mamy tu więc do czynienia z występowaniem w ontogenezie tasiemca szeregu cech cenogenetycznych, odgrywających decydującą rolę w opanowywaniu żywicieli. Według Janickiego przydatek ogonowy procerkoidu — cerkomer, jest cechą palingenetyczną.

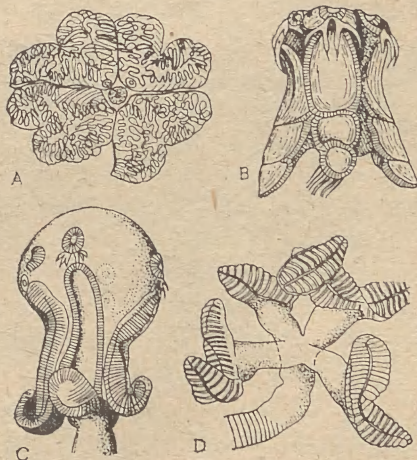
2. UTRZYMANIE SIĘ I PRZETRWANIE W UKŁADZIE PASOŻYT—ŻYWICIEL

U ektopasożytów znane są niezliczone typy urządzeń służących utrzymaniu się na powierzchni ciała żywiciela. Występują one wśród pierwotniaków m.in. w postaci powierzchni czepno-słuzowej zaopatrzonej w wieńce haczyków — np. u orzęska z rodzaju *Trichodina*. Jego porównanie z wieńcem haczyków znajdujących się na głowce tasiemca z rodzaju *Toenia* stanowić może przykład morfologicznych urządzeń analogicznych (rys. 7). Szczegółowo opisane są narządy czepne ektopasożytów ryb, należących do *Monogenoidea*, przy czym Bychowski [2], wbrew koncepcji Janickiego [5], nie traktuje przydatków ogonowych tych płazińców jako homologów cerkomeru larw tasiemców. Znane są różnorodne narządy czepne *Copepoda parasitica*, owadów pasożytniczych, pierścienic itd.



Rys. 7. A — powierzchnia czepno-słuzowa pasożytniczego orzęska z rodzaju *Trichodina* (wg Kazubskiego), B — wieńce haczyków na główce tasiemca z rodzaju *Taenia* (wg Jiroveca)

Ogromna jest także liczba różnorodnych urządzeń czepnych wśród różnych grup endopasożytów — w postaci haków, kolców, przyssawek itp., służących utrzymaniu się w ciele żywiciela. Zwrócimy tu uwagę jedynie na różnorodność tych urządzeń w obrębie tylko jednej grupy systematycznej, a mianowicie tasiemców (*Cestoda*). Interesująca praca M. Dubininej [3] rozpatruje pochodzenie i pokrewieństwo oraz budowę różnych narządów czepnych, które służą utrzymaniu się tasiemców w jelicie żywiciela. Autorka proponowała na tej podstawie naturalny system tej grupy, uwzględniający bliższe lub dalsze powiązania filetyczne. W zasadzie u tasiemców wyróżniamy tu dwa typy przystosowań czep-



Rys. 8. Skoleksy Cestoda z rzędu Tetraphyllidea. A — *Phyllobothrium lactuca*; B — *Balanobothrium parvum*; C — *Acanthobothrium paulum*; D — *Echeneibothrium flexile* (z Dubininej)

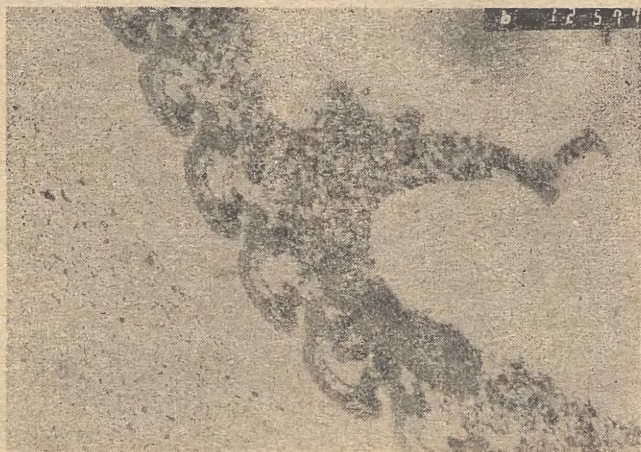
nych. Jedne mają charakter przyssawek albo bruzd przyssawkowych (czyli tzw. botrydiów). Drugim rodzajem są najrozmaitsze urządzenia czepne w postaci haków uplasowanych na główce tasienca. Oczywiście istnieją typy pośrednie, spotykamy więc zarówno przyssawki, jak i haki u tych samych gatunków. Dubinina twierdzi, że można wyraźnie wyodrębnić kilka kierunków rozwoju ewolucyjnego tych urządzeń wywodzących się ze wspólnego źródła. Mamy więc tu do czynienia z typową homologią narządów. Przykładowo zatrzymamy się za Dubininą jedynie na zróżnicowaniu narządów czepnych tasienców należących do rzędu *Tetraphyllidea* (rys. 8). U niektórych gatunków na główce znajdują się przyssawki, tzw. botridia, silnie pofałdowane (rys. 8A), u innych są one bocznie osadzone i gładkie (rys. 8B), lub przedzielone grzebieniami mięśniowymi i uzbrojone w charakterystyczne haki (rys. 8C). Niekiedy przyssawki te tworzą charakterystyczne odgałęzienia na główce tasienca (rys. 8D).

Rozważania Dubininej dowodzą, że dokonując analizy morfologicznej można nie tylko ustalić określone więzy pokrewieństwa pomiędzy poszczególnymi rzędami lub rodzinami tasienców, ale także z pewnym stopniem przybliżenia odtworzyć ich dzieje rodowe i zademonstrować jednocześnie pewną równoległość do rozwoju ich żywicieli. Mamy więc tu do czynienia ze zjawiskiem, które określić można mianem megakoevolucji.

3. WYKORZYSTANIE PRZEZ PASOŻYTY WARUNKÓW ŻYCIA W ŻYWICIELU

Pomińmy ogromną liczbę opisów aparatów ssących ektopasożytów, szeroko znanych z literatury oraz urządzenia endopasożytów (np. *Trematoda*, *Nematoda*) zaopatrzonych w przewód pokarmowy i odpowiednie narządy gębowe. Zwróćmy uwagę na niektóre cechy morfologiczne, wykryte za pomocą mikroskopu elektronowego, służące wykorzystywaniu pokarmu w jelicie żywiciela przez chłonięcie całą powierzchnią ciała.

Powłoka jednokomórkowego ciała pasożytniczego wiciowca euglenowatego *Parastacia fennica* (Mich.) tzw. pellikula, tworzy liczne fałdy,



Rys. 9. Powierzchnia ciała pasożytniczego wiciowca *Parastacia fennica* (Mich.) z jelita oczlika. Powiększenie 12 000 razy (z Wity)

tak że powstają regularne rowki i swoiste grzebieńnię między nimi (rys. 9). W związku z tym ogólna powierzchnia ciała pasożyta jest bardzo duża. Można przypuszczać, że jest to adaptacja do sprawniejszego pochłaniania pokarmu, dzięki czemu pasożyt bardzo szybko rośnie. Na rzecz przypuszczenia o adaptacyjnym charakterze ukształtowania pelikuli pasożytniczych euglenowatych, przemawia także fakt, że u blisko z nimi spokrewnionych pierwotniaków swobodnie żyjących, rowki i pofałdowania, które u nich także występują, nie są tak zagęszczone. Analogiczne urządzenia wykryto u *Cestoda*, których powierzchnia ciała pokryta jest licznymi wyrostkami o złożonej budowie i zdolności pochłaniania pokarmu (rys. 10). Według obliczeń F. Beguin [1] chłonna powierzchnia ciała tasiemca jest kilkakrotnie większa niż powierzchnia jelita żywiciela zaopatrzonego przecież, jak wiadomo, w liczne kosmki jelitowe, zwiększające powierzchnię chłonną jego przewodu pokarmowego.



Rys. 10. Fragment powierzchni ciała tasiemca *Caryophyllaeus laticeps*

Widoczna jest struktura drobnego wyrostka (di — warstwa zewnętrzna, f — pęczek włókien, ve — pęcherzyk). Powiększenie 140 000 razy (z Beguin)

4. OPUSZCZANIE ŻYWICIELA

Pasożyty najczęściej biernie opuszczają ciało swego żywiciela. Niekiedy jednak aktywne jego opuszczenie związane jest z zagładą żywiciela po całkowitym wykorzystaniu zasobów jego organizmu (np. larw owadów przez gąsienniczniki). W niektórych przypadkach służą temu celowi specjalne urządzenia.

W jajeczkach oczlików opianowanych przez pasożytniczego wiciowca *Parastasiella vex* (Mich.), po namnożeniu się w nich postaci wiciowych pierwotniaka i całkowitym wykorzystaniu zasobów, tworzą się charak-

terystyczne cysty, których wyrostki wysuwają się poza osłonki niszczonego jaja (rys. 11). W pewnym momencie postacie wiciowe pierwotniaka podejmują jednocześnie gwałtowne ruchy, w wyrostku cysty tworzy się otwór, przez który pasożyty silnym strumieniem wypływają do wody [11]. Podobne urządzenia stwierdziłem także u niektórych innych *Euglenida* — pasożytów jaj *Copepoda* [13].



Rys. 11. Cysty pasożyta — *Parastasiella velox* w jajeczku oczlika *Thermacyclops hyalinus* (z Michajłowa)

Kończąc ten pobieżny przegląd struktur morfologicznych występujących u pasożytów w związku z ewolucją układów pasożyt—żywicieli warto podkreślić, że przy wyjaśnianiu ich genezy należało operować pojęciami cech cenogenetycznych i palingenetycznych, wspominać o zachodzących pod wpływem pasożytniczego trybu życia zmianach funkcji narządów i ich przeznaczenia, a także sięgać do pojęć używanych przez Sjewiercowa [14] w jego teorii filembriogenezy.

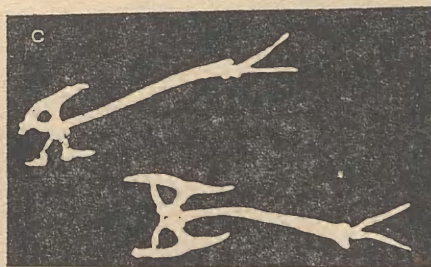
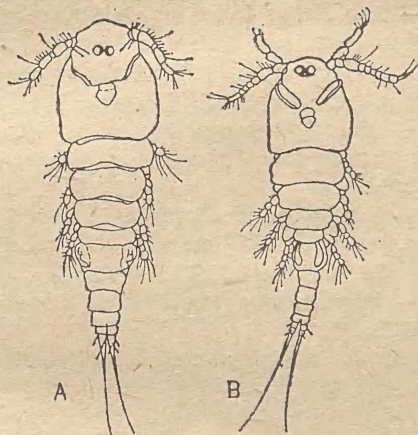
Warto na zakończenie tego rozdziału wspomnieć o swoistej dymorficznej anabologii parazytologicznej, występującej u pasożytniczego widłonoga — *Lernaea cyprinacea* Z. [5]. Ektopasożytem skrzeli ryb jest w tym przypadku tylko samica, która do stadium cyclopoidu (rys. 12) żyje swobodnie i nie różni się niemal od innych *Copepoda*, i dopiero po przejściu do pasożytniczego trybu życia ulega radykalnym przemianom morfologicznym (rys. 12).

Przejdźmy obecnie do sprawy istnienia określonych adaptacji do współżycia z pasożytem w budowie drugiego partnera układu, a mianowicie żywiciela. Jeżeli bowiem mówimy o układzie pasożyt—żywiciel i o koewolucji tych dwóch partnerów, należałoby się spodziewać, że u żywicieli również znajdziemy określone adaptacje, przystosowania morfologiczne do współżycia z pasożytami. Jest rzeczą pewną, że żywiele bronią się przed inwazją pasożytów we wszystkich jej fazach, głównie na drodze reakcji fizjologicznych oraz immunologicznych. Można dopatrywać się w grubości skóry oraz czynnościach umięśnienia podskórnego niektórych ssaków jakiegoś związku z obroną przed ektopasożytami lub pasożytami wewnętrznymi dostającymi się do organizmów żywicieli przez skórę.

Spośród urządzeń służących zwierzętom wyższym, np. ssakom dla obrony przed pasożytami, poznane są takie, które mają na celu izolację pasożyta w ciele żywiciela. Niektóre pasożyty sadowiące się w mięśniach

swych żywicieli zostają otorbione. Powstają wokół nich tzw. cysty. Stwierdzono, że cysty te składają się nie tylko z powłok ciała pasożyta, i że tkanki żywiciela biorą udział w ich powstawaniu. Otorbianie pasożyta jest pewnego rodzaju morfologiczną reakcją obronną ze strony żywiciela. Pasożyt izolowany w organizmie żywiciela w ten sposób zostaje w znacznym stopniu unieszkodliwiony. Dobrze poznany jest stosunek pomiędzy pasożytniczym nicieniem, włosniem krętym (*Trichinella spiralis*), a mięśniami jego żywicieli. Włosień odbywa w organizmie żywiciela, np. człowieka, wędrówkę z jego jelita do mięśni szkieletowych. Pomiedzy 17 a 20 dniem od momentu inwazji, włosień pojawia się w miocytach żywiciela. W ciągu mniej więcej 29—30 dni po inwazji, skręcona charakterystycznie larwa włosnia, zostaje otoczona torebką. Jednocześnie obserwuje się w mięśniach żywiciela zanik poprzecznego prążkowania. Zamiast właściwej tkanki mięśniowej dookoła włosnia, kształtuje się torebka zbudowana z tkanki łącznej żywiciela. Ten znany powszechnie przykład nie jest jednak dotąd dostatecznie zbadany.

Podobnie przedstawia się sprawa, gdy chodzi o cysty tworzone przez bąblowce — *Echinococcus granulosus* lub *E. multilocularis* w wątrobie lub mózgu żywiciela.



Rys. 12. *Lernaea cyprinacea* L. A — samica w stadium cyclopoidu, B — samiec (z Grabdy), C — postacie pasożytnicze z workami jajowymi (z Grabdy)

Można się spodziewać, że badacze, którzy zajmą się w systematyczny sposób powstawaniem tego rodzaju urządzeń przy użyciu nowoczesnych metod, będą na pewno mogli znaleźć nowe przystosowania morfologiczne żywicieli do współistnienia z pasożytami we wspólnym układzie, powstające w toku ich koewolucji.

LITERATURA

- [1] Beguin F. — *Etude au microscope électronique de la cuticule et des structures associées chez quelques cestodes. Essai d'histologie comparée.* Zeischrift für Zellforschung, 72, 1966.
- [2] Bychowski B. — *Monogenetičeskiye sosalsčiki, ich sistema i filogenia,* AN SSSR, 1957.
- [3] Dubinina M. — *Znachenije organow prikreplenia w filogenii lentočnych čerwiej,* Parasitologičeskij sbornik, XXIX, 1980.
- [4] Grabda J. — *Cykl rozwojowy Lernaea cyprinacea L.* Wiadomości Parazytologiczne, IV, 5—6, 1958.
- [5] Janicki K. — *Grundlinien einer „Cercomer-theorie“ zur Morphologie der Trematoden und Cestoden.* Festschr. für Zschokke, 30, 1920.
- [6] Jarecka L. — *Morphological adaptations of tapeworm eggs and their importance in the life cycles.* Acta Parasitologica Polonica, IX, f. 26, 1961.
- [7] Jarecka L. — *Zagadnienie ewolucji i fiogenezy Cestoda w świetle ich rozwoju ontogenetycznego.* Kosmos, 1, 1970.
- [8] Michajłow W. — *Le stades larvaires de Triaenophorus nodulosus (Pall.) I. Le Coracidium.* Annales de Parasitologie, XI, 5, 1933.
- [9] Michajłow W. — *Les stades larvaires de Triaenophorus nodulosus (Pall.) II Le proceroid.* Mem. de l'Acad. Pol. d. sc. lettres, 6, 1934.
- [10] Michajłow W. — *Astasia norvegica, parasite of some species of Cyclopoida (Copepoda) in Norway.* Acta Parasitol. Polonica, XII, 1964.
- [11] Michajłow W. — *Astasiella velox* ng., n. sp. (Euglenoidina) — *Parasite of Copepod Eggs in the Balaton Lake (Hungary).* Bull. Acad. Polon. des Sc., Ser. sci. biol., XII, 1964.
- [12] Michajłow W. — *Phylogenetic Changes in the Structure and Functions of the Flagellar Apparatus in Euglenoidina — Parasitics of Copepoda.* Bull. Acad. Polon. des Sc., Ser. sci. biol., XVIII, 1970.
- [13] Michajłow W. — *Euglenoidina Parasitic in Copepoda, an Outline Monograph.* Pol. Acad. of. Sc., 1972.
- [14] Sjewiczow A. N. — *Morfologiczne prawidłowości ewolucji.* PWN, 1956.

SPOSOBY OCHRONY I REKULTYWACJI GLEB LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

WPROWADZENIE

Rozwój górnictwa i towarzyszących przemysłów, budownictwa mieszkaniowego i sieci komunikacyjno-transportowej, motoryzacji i rekreacji oraz przebudowa struktury agrarnej i uprzemysłowienie produkcji roślinnej będą powodować:

- ubytki gruntów na rzecz działalności nierolniczej i nieleśnej;
- degradację gleb wskutek osiadania gruntu oraz skażeń przemysłowych i motoryzacyjnych;
- nasilenie erozji wodnej i wietrznej;
- niekorzystne zmiany fizycznych i chemicznych właściwości gleb wadliwie użytkowanych przez rolnictwo.

Procesom pomniejszania areалу i ekologiczno-produkcyjnych walorów gruntów rolniczych i leśnych należy zapobiegać poprzez:

- ograniczenie do niezbędnego minimum przejmowania gruntów dobrej i średniej jakości na cele nierolnicze i nieleśne;
- stosowanie technicznych i techniczno-biologicznych sposobów minimalizacji ujemnego wpływu zanieczyszczeń przemysłowych i motoryzacyjnych;
- minimalizację degradacji gleb na terenach niecek osiadania;
- przeciwozyjne ukształtowanie struktury przestrzennej gruntów rolnych oraz stosowanie odpowiedniej agrotechniki.

Rozwój LZW nie powinien pomniejszać, lecz zwiększać dotychczasowe, ekologiczno-produkcyjne walory środowiska glebowego, w warunkach postępującej redukcji areалу gruntów rolno-leśnych. W tym celu, oprócz wymienionych wyżej działań należy:

- zweryfikować strukturę rolno-leśnej przestrzeni produkcyjnej według agroekologicznych (przyrodniczo-gospodarczych) zasad;
- zwiększyć urodzajność gruntów słabej jakości w drodze melioracji użyźniających i przekształcających budowę gleby z wykorzystaniem do tego celu: zasobów wartościowej ziemi próchnicznej, torfu, lessu i gliny (przemieszczanych w procesach inwestycyjnych) oraz odpadów górniczych, komunalnych i osadów z oczyszczania ścieków miejskich;
- zrehabilitować i zagospodarować istniejące nieużytki, w tym głównie potorfia, wyrobiska po eksploatacji surowców mineralnych oraz suchogruntowe nieużytki rolne;
- prowadzić intensywną rekultywację gruntów, deformowanych przez bieżącą eksploatację kopalni, składowania odpadów, budownictwo itp.,

- aby jakość gleb zwracanych gospodarce rolnej i leśnej była nie gorsza niż w stanie wyjściowym;
- uregulować stosunki wodne na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych, zgodnie z wymogami agrotechnicznymi i ochrony środowiska.

OCHRONA GRUNTÓW PRZED PRZEJMOWANIEM ICH NA CELE PRZEMYSŁOWE

Pierwszą podstawową zasadą ochrony jest minimalizacja przekazywania gruntów rolnych i leśnych pod zabudowę techniczną, niszczącą biologiczną powłokę ziemi. Należy oszczędzać wszystkie tereny niezależnie od ich aktualnej użyteczności, ponieważ nawet zupełnie bezglebowe grunty mogą być przemienione łatwo w urodzajne pola, łąki i pastwiska.

Drugą obowiązującą zasadą jest daleko idąca oszczędność gruntów o wysokiej i średniej urodzajności. Zasada ta jest zresztą rygorystycznie usankcjonowana przepisami prawnymi i przestrzegana przez administrację państwową.

Czysto formalne interpretowanie, obowiązujących w tym względzie, przepisów prawnych może nastroczać wiele utrudnień w realizacji zadań nieuniknionych, a jednocześnie być przyczyną szkód ekologicznych i gospodarczych w innych miejscach. Niebezpieczeństwo wynika stąd, że pilność ochrony gruntów oparto wyłącznie na ich wskaźnikach bonitacyjnych, których względność wartości jest znana wyłącznie nielicznej grupie specjalistów. Dotyczy ona zwłaszcza gruntów podmokłych i zniekształconych mechanicznie (potorfia, glinianki), które ze względu na ich aktualne wadliwości są nisko bonitowane, ale po dokonaniu stosownych melioracji osiągają średnie i wysokie wskaźniki rolniczej przydatności, w tym klasy bonitacyjne prawnie chronione. Przykładami tego są podmokłe i zabagnione: czarne ziemie, namuły dolin rzecznych, czarnoziemy i rędziny deluwialne, mursze, torfowiska itp. Po uregulowaniu stosunków wodnych, wymienione gleby należą do najbardziej urodzajnych gruntów rolnych. W stanie podmokłości, zaliczamy je do niskich klas bonitacyjnych z nieużytkami włącznie. Wtedy podlegają umiarkowanej ochronie lub znajdują się poza nawiasem jej przepisów, w przypadku zaliczenia ich do nieużytków. Ponadto gleby tej samej klasy bonitacyjnej ale różne pod względem stosunków wodnych mają zupełnie inne możliwości produkcyjne w warunkach intensywnego nawożenia.

Powyższa argumentacja wskazuje na wadliwości kryteriów stosowanej obecnie bonitacji gruntów rolnych. Zdają sobie z tego sprawę specjaliści od bonitacji gruntów, którzy podejmują stosowne kroki w kierunku dokonania niezbędnej weryfikacji. Nadmienić trzeba, że istniejące obecnie nieprawidłowości nie wynikają bynajmniej z błędów popełnionych w trakcie opracowywania zasad bonitacji. W połowie lat pięćdziesiątych, kiedy formułowano te zasady, mieliśmy zupełnie odmienne warunki nawozowe niż obecnie.

W obliczu ostrego niedostatku nawozów mineralnych zasobność gleby w składniki pokarmowe ceniła się wówczas najwyżej, ponieważ ona właśnie decydowała, w pierwszym rzędzie o urodzajności gleby i plonowaniu roślin. Obecnie stosuje się wielokrotnie więcej nawozów mine-

ralnych niż przed 25 laty, toteż możliwość zaspokojenia potrzeb wodnych roślin limituje poziom intensywności nawożenia i plonowania roślin.

Waga czynnika wodnego będzie wzrastała nadal, toteż musi być bardziej niż obecnie wyeksponowany w ocenie gruntów rolnych i przepisach chroniących te grunty.

Podział gleb według kompleksów przydatności rolniczej, opracowany w pierwszej połowie lat sześćdziesiątych i obowiązujący do tej pory w kartografii glebowo-rolniczej, jest bardziej dostosowany do obecnych warunków produkcji rolniczej. On też powinien stanowić podstawę do oceny pilności ochrony poszczególnych gruntów rolnych. Na podstawie dokumentacji glebowo-rolniczej i urzędzeniowo-leśnej oraz wielu innych źródeł i badań uzupełniających opracowano „Mapę kategorii ochrony terenów rolno-leśnych LZW w skali 1:25 000”.

Stanowi ona syntetyczne źródło informacji o ekologicznych i gospodarczych walorach pokrywy glebowo-roślinnej i wynikających stąd rygorów ochrony gruntów. Mapa jest pomocna w planowaniu przestrzennym, wyborze lokalizacji obiektów przemysłowych, wyznaczaniu szlaków komunikacji i transportu.

Do szczegółowego planowania przestrzennego i gospodarczego lepsza jest „Mapa pokrywy glebowo-roślinnej LZW w skali 1:25 000”, która informuje z dużą dokładnością o przyrodniczych i gospodarczych właściwościach gruntów, niezależnie od sposobu ich użytkowania.

Rygory przepisów chroniących — dobrej i średniej jakości gleb czynią wiele trudności w planowaniu racjonalnego rozwoju struktur miejskich i przemysłowych. Dylemat to bardzo poważny, ponieważ rygorystyczny nakaz ochrony zasobów glebowych nie jest wymysłem ludzi lecz biologiczną koniecznością narodu. Podważanie tej zasady byłoby czynem wysoce nieodpowiedzialnym.

Z drugiej zaś strony niezbędne jest elastyczne myślenie i działanie w tym zakresie. Należy dążyć do pogodzenia wymogów ochrony zasobów glebowych z racjonalnym rozwojem i funkcjonowaniem struktur technicznych. Nasuwa się więc pytanie, jak to robić, skoro ziemia jest niepomnażalna? Otóż, niepomnażalność ziemi, której nie sposób kwestionować, nie oznacza bynajmniej nieodtworzalności gleby na gruntach zdewastowanych z jednej strony i braku możliwości powiększania urodzajności gleb słabej jakości. Na gruntach zdewastowanych całkowicie możemy odtwarzać glebę, przywracając wyjściowy lub nadając jej wyższy poziom urodzajności. Podobnie, gleby niskich klas bonitacyjnych można ulepszyć do poziomu średniej i wysokiej urodzajności. W ten sposób można zachować stały poziom zasobów glebowych przy malejącym areale gruntów rolnych.

Wymienione zabiegi wymagają znacznych nakładów. Nie mogą być więc realizowane kosztem rolnictwa, ani też społeczeństwa w ogóle. Nie można też przyrmykać oczu na fakty ponoszenia wielokrotnie większych kosztów w wyniku konieczności omijania pól gleb dobrej jakości. Jeżeli odtworzenie takiego samego zasobu gleby na innym miejscu jest możliwe przy dużo mniejszych kosztach, to nie ma uzasadnienia do chronienia go za wszelką cenę w miejscu obecnego zalegania. Należałoby ustanowić obowiązki — przestrzegany z daleka idącą konsekwencją — odtwarzania zasobów glebowych, co najmniej w takim stopniu w jakim tracimy je wskutek bieżącej działalności gospodarczej. Obowiązek ten spoczywałby na organizacjach i przedsiębiorstwach ubiega-

jących się o przydział gruntów na cele nierolnicze i nieleśne. Przydział jednych gruntów może być przecież uwarunkowany zrehabilitowaniem lub ulepszeniem innych. Ponadto rekultywacji podlega — stosownie do obowiązujących przepisów — część gruntów przejmowanych czasowo na cele nierolnicze i leśne. Spełnienie postulowanych wymogów jest stosunkowo łatwe na terenach o zróżnicowanej strukturze przestrzennej gruntów, gdzie obok gleb dobrych występują gleby słabej jakości i nieużytki. Gorzej jest natomiast na terenach lessowych, gdzie słabej jakości gleby należą do rzadkości. Ale i tutaj mamy wiele do zrobienia, w postaci rekultywacji gruntów zniszczonych przez erozję oraz melioracji przeciwerozryjnych. Nie brakuje tu również wyrobisk po eksploatacji lessu, torfu i skały wapiennej. Ponadto inwestor ubiegający się o przydział gruntów na obszarach lessowych może być zobowiązany do rekultywacji i ulepszenia gleb na bardziej odległych terenach. Dla takich inwestorów jak górnictwo, komunikacja, przemysł materiałów budowlanych, których działalność rozwija się w różnych miejscach LZW, odległość pomiędzy terenami nowo pozyskanymi a wyznaczonymi do rekultywacji i ulepszenia nie będzie stanowić istotnej przeszkody, tym bardziej, że obowiązki w tym zakresie mogą być spełnione w kooperacji z innymi, wyspecjalizowanymi przedsiębiorstwami.

Tak szeroko pojętej ochrony nie da się realizować jednak bez miejscowych, gminnych i rejonowych programów gospodarki zasobami glebowymi.

Pracownicze ogrody działkowe — niezależnie od tego czy znajdują się w strukturze terenów miejskich czy wiejskich służą intensywnej produkcji roślinnej, toteż nie można zaliczać ich do działalności nierolniczej. Jest ze wszech miar wskazane organizowanie pracowniczych ogrodów działkowych na nieużytkach wymagających rekultywacji i glebach słabych — wymagających trwałego ulepszenia. Byłoby jednak poważnym błędem odmawianie prawa do pracowniczych ogrodów działkowych mieszkańcom tych miast, które mają w okolicy wyłącznie gleby dobrej jakości. Osiedla górnicze powinny mieć ogrody działkowe w bliskim sąsiedztwie, zwłaszcza wtedy gdy ludzie mieszkają w blokach. Nowoczesne ogrody działkowe dla górników można planować nawet w strukturze osiedli, łącząc funkcje produkcyjno-rolnicze z funkcjami zieleni miejskiej.

ZAPOBIEGANIE DEGRADACJI GLEB NA TERENACH DZIAŁALNOŚCI GÓRNICZEJ

Osiadanie gruntu na obszarach eksploatacji górniczej będzie modyfikowało w sposób ciągły rzeźbę terenu i stosunki wodne. Zasadnicza trudność w minimalizowaniu strat wynikać będzie z prywatnej własności oraz indywidualnego rolnictwa na tych terenach. Z tego względu proponuje się stopniowe upośledzanie rolnictwa na całym obszarze przyszłych niecek osiadania, a także w otoczeniu składowisk odpadów górniczych, położonych poza granicami tego obszaru.

Najodpowiedniejszą formą byłoby państwowe przedsiębiorstwo rolne na specjalnych prawach, współdziałające ściśle z górnictwem lub będące wprost w jego strukturze. Uniknie się wtedy konieczności wypłacania odszkodowań i stworzy niezbędne warunki do działań profilaktycznych z odpowiednim wyprzedzeniem. Nie będzie też obiektywnych przeszkód

do elastycznego prowadzenia gospodarki rolnej, stosownie do zmieniających się warunków gruntowo-wodnych i możliwości produkcyjnych. Za tą formą gospodarki rolnej przemawia ponadto zamiar składowania odpadów górniczych na obszarze nieceki osiadania, które stanowić będą dodatkowy czynnik uciążliwego wpływu na otoczenie rolnicze. Ponadto, zwałowiska te będą rekultywowane sukcesywnie przez górnictwo oraz włączane do produkcji rolnej i leśnej, która w początkowej fazie (przez wiele lat) nie może być prowadzona na zasadzie pełnego rozrachunku gospodarczego, gdyż wymaga dofinansowania.

Status specjalnego przedsiębiorstwa rolniczo-górniczego rozwiązywałby więc całokształt zagadnień formalno-prawnych, przyrodniczo-technicznych i ekonomiczno-gospodarczych. Ustanowienie i zrealizowanie wymienionego kierunku działania nie będzie wymagało pokonania jakichś nadzwyczajnych trudności, ponieważ funkcjonuje już obecnie górnicze gospodarstwo rolne, które może przekształcić się szybko w odnośne przedsiębiorstwo, prowadzące zarazem niezbędne prace rekultywacyjne. Strukturę organizacyjno-produkcyjną i program perspektywicznego rozwoju takiego przedsiębiorstwa należy opracować w możliwie krótkim czasie w celu podjęcia odpowiednich decyzji kierunkowych.

ZAPOBIEGANIE DEGRADACJI GLEB W STREFACH DZIAŁANIA ZANIECZYSZCZEŃ EMITOWANYCH DO ATMOSFERY

Na terenie LZW tylko cementownie Chelma i Rejowca stanowią skoncentrowane źródła zanieczyszczeń, degradujących walory ekologiczno-produkcyjne terenów rolnych. Dla tych obiektów niezbędne jest ustanowienie odpowiednich zasad produkcji rolnej w strefach uciążliwego zapylenia. Zagadnienie to winno być rozwiązane przez władze rolne Urzędu Wojewódzkiego w Chełmie i zainteresowane cementownie. Niezbędne są tu jednak odpowiednie ekspertyzy, pogłębione analizy zmian w środowisku glebowym oraz oceną planowania roślin i wartości plonów.

Ochrona terenów rolnych przed uciążliwościami komunikacji i masowego transportu winna być rozwiązana w sposób nowoczesny na etapie projektowania, budowy i eksploatacji poszczególnych obiektów.

Sposoby rozwiązania zagadnienia powinny być przedstawione w założeniach techniczno-ekonomicznych i projektach realizacyjnych, a po ich zaakceptowaniu egzekwowane przez Służbę Ochrony Środowiska.

Negatywny wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez elektrownie może wystąpić na słabszych gruntach rolnych dopiero po wielu latach funkcjonowania. Nastąpi to około roku 2000. Ze względu na duże rozproszenie zanieczyszczeń oraz równoczesne działanie innych czynników, wpływ ten będzie mało ewidentny. Z tego względu neutralizacja degradującego działania kwaśnych zanieczyszczeń elektrownianych winna być prowadzona łącznie z neutralizacją naturalnych i agrotechnicznych form zakwaszenia gleby.

Program odkwaszenia gleb, wraz z profilaktycznym wapnowaniem winien być opracowany dla całego LZW przez Okręgową Stację Chemiczno-Rolniczą w Lublinie i realizowany przez służbę agrochemiczną z funduszu ochrony gruntów rolnych oraz stosowanej partycypacji wszystkich zakładów emitujących do atmosfery zanieczyszczenia kwaśne.

REKULTYWACJA NIEUŻYTKÓW

Dostępne źródła informacji, które są dalekie od ujęcia wszystkich gruntów przydatnych dla rolnictwa po dokonaniu rekultywacji, ujawniają niemal w każdej gminie po kilkadziesiąt do kilkuset hektarów nieużytków rolnych i wyrobisk pokopalnianych. Najczęściej są to małoobszarowe płaty, położone wśród pól, łąk, pastwisk i lasów. Ewidencją ujęto głównie nieużytki występujące wśród gruntów rolnych, ponieważ te podlegają klasyfikacji bonitacyjnej i kartografii glebowo-rolniczej. Na terenie LZW zarejestrowano wśród nich ok. 5300 ha gruntów określonych jako rolniczo nieprzydatnych w obecnym stanie. Niemal w każdym przypadku rekultywacja i zagospodarowanie gruntów mogą być rozwiązane w inny sposób, stosownie do warunków lokalnych, najczęściej bez większych nakładów i potrzeby angażowania dużej techniki. Małoobszarowość tego rodzaju obiektów, występujących często poza bezpośrednimi polami widzenia czyni, że są one bagatelizowane w miejscowych programach gospodarowania ziemią.

Dopiero wtedy gdy przeprowadzi się szczegółową inwentaryzację wszystkich nieużytków, a w wyniku sumowania dowiemy się, że mamy ich w gminie kilkaset hektarów, to wtedy zagadnienie nabiera właściwej wagi ekologiczno-gospodarczej. LZW ma warunki do przeprowadzenia szczegółowej inwentaryzacji wszystkich nieużytków wraz z określeniem sposobów ich rekultywacji oraz zagospodarowania. Wojewódzkie Biura Geodezji i Terenów Rolnych dysponują bowiem wyszkoloną w tym zakresie kadrą gleboznawczą. Na podstawie szczegółowej inwentaryzacji nieużytków, znajomości lokalnych zasobów substancji użyźniających, potrzeb składowania odpadów i przemieszczanych mas ziemi, można opracować gminne programy rekultywacji nieużytków. Indeks potrzeb rekultywacyjnych na terenie gminy będzie bardzo przydatny nie tylko dla władz administracyjnych, lecz także biur projektujących różnorodne inwestycje gruntochłonne lub produkujące odpady przydatne do rekultywacji i melioracyjnego użyźniania gleb. Bieżąca eksploatacja kopalni, zgodnie z obowiązującymi przepisami, wymaga zawsze określenia kierunku i sposobu rekultywacji gruntu. W gminnych programach rekultywacji i zagospodarowania gruntów powinny być ujmowane wszystkie obiekty, w tym eksploatowane obecnie i planowane na lata dalsze.

REKULTYWACJA ZWAŁOWISK ODPADÓW GÓRNICZYCH

Odpady górnicze można podzielić na dwie odrębne grupy z punktu widzenia ich glebotwórczych właściwości. Podstawową grupę będą stanowić skały karbońskie, czyli wszystkie odpady przerobcze oraz urobek skał przywęglonych z robót udostępniających. Drugą grupę będą tworzyć odpady skał węglanowych, powstające w toku budowy szybów górniczych. Ostatnie będą składowane na zwałowiskach przyszybowych łącznie ze skałą przywęglową, pochodzącą z robót udostępniających.

Glebotwórcze właściwości zwałowisk przyszybowych będą bardziej różnicowane niż zwałowisk odpadów przerobczych. Będą tu występowały samodzielne utwory węglowane — pochodzenia kredowego bądź przywęglowe. Dominować będą jednak przemieszane odpady kredowe i karbońskie.

Wyniki badań laboratoryjnych oraz wstępnych doświadczeń rekultywacyjnych dowodzą dużej wartości glebotwórczej odpadów ze skał kredowych i karbońskich.

Kamień skał kredowych szybko wietrzeje, tworząc przejściowo rumosz skalny, który już po kilku do kilkunastu miesiącach przekształca się w glinę z dużym udziałem części szkieletowych. Zwietrzelina stwarza od początku niezłe warunki do vegetacji, o czym świadczy samorzutne wkraczanie licznych gatunków roślin o znacznych wymaganiach glebowych. Zwietrzelina zasilona nawozami organicznymi i mineralnymi pozwala na uprawę roślin o dużych wymaganiach glebowych z pszenicą włącznie.

Skały przywęglowe, zwłaszcza ilaste (które mają największy udział) wietrzeją wolniej niż kredowe, ale ze względu na dużą zasobność w składniki pokarmowe i tylko słabo alkaliczny odczyn, tworzą korzystniejsze warunki ekologiczne dla roślinności wkraczającej samorzutnie bez zabiegów użytkujących. Również w vegetacyjnych doświadczeniach modelowych z organicznym i mineralnym użyźnieniem skały karbońskie tworzą korzystniejsze podłoża dla roślin niż skały kredowe. Można oczekiwać jednak, że w miarę postępu wietrzenia i akumulacji substancji organicznych (lub wprowadzenia jej w postaci dużych dawek nawozów organicznych) zwałowiska odpadów kredowych przeobrażą się w gleby dobrej i bardzo dobrej jakości. Nie zawierają one bowiem żadnych substancji mogących ograniczać rozwój procesów glebotwórczych i vegetację roślin. Zwietrzelina odpadów karbońskich może ulegać nadmiernemu zakwaszeniu tam, gdzie zawartość siarki przekroczy 0,3—0,5%, a naturalny zasób składników o charakterze zasadowym nie wystarczy do zneutralizowania powstającego kwasu siarkowego. Zakwaszenie nie stanowi tu zasadniczej przeszkody w rekultywacji zwałowisk. Nietrudno bowiem zastosować odkwaszające wapniowanie gleby.

Większą trudność sprawiać będzie znaczny udział węgla w odpadach przeróbczych, ze względu na zagrożenie pożarowe, które może się urealnić z czasem, po rekultywacji i zagospodarowaniu gruntu. Zagrożenie takie jest największe przy leśnym zagospodarowaniu terenu, ponieważ system korzeniowy drzew przesusza i zwiększa natlenienie głębiej zalegających warstw odpadów. Ze względu na korzystniejsze właściwości odpadów przeróbczych, odtwarzanie gleby powinno mieć głównie charakter biologiczny, a nie techniczny. Nałożenie 10—12 cm warstwy ziemi, mniej lub bardziej próchnicznej, w tym także lessu próchnicznego, pozwoli na wprowadzenie roślinności utrwalającej powierzchnię terenu bezpośrednio po ukształtowaniu każdej części zwałowiska. Wprowadzenie ziemi przyspieszającej procesy glebotwórcze będzie mieć większe znaczenie na skarpach i tarasach niż na wierzchowinie, ze względu na potrzebę szybkiego przeciwdziałania erozji wodnej. Substitutem ziemi próchnicznej będą takie substancje organiczne jak: osady ściekowe, komposty, torf silnie rozłożony (np. kompostowany), oborniki itp.

Skarpy i tarasy zwałowisk należy zadrzewić, zakrzewić i zadarnić, traktując je jako tereny o funkcjach ekologicznych i rekreacyjnych. Nie należy wprowadzać zwartego zadrzewienia ze względu na możliwość nadmiernego przesuszenia głębszych warstw i wynikające stąd zagrożenie pożarem.

Wierzchowiny zwałowisk odpadów przeróbczych mogą być zagospodarowane jako grunty rolne z możliwością intensywnej produkcji niektórych roślin. Rolniczy kierunek rekultywacji i zagospodarowania wierzchówin uzasadnia się następującymi względami:

1) pozwala na systematyczne prowadzenie użyźniających zabiegów w toku normalnego użytkowania gruntu oraz odkwaszające wapnowanie wszędzie tam gdzie wystąpi nadmiar siarki,

2) płytki system korzeniowy roślin uprawnych oraz coroczne jego obumieranie stwarza mniejsze zagrożenie pożarowe niż drzewa i krzewy o zwartej zabudowie terenu.

REKULTYWACJA ZWAŁOWISK PRZYSZYBOWYCH

Odpady z drażenia szybów i udostępniania złoża należy wykorzystać do zapełniania i rekultywacji pobliskich wyrobisk i przebudowy słabej jakości gleb piaszkowych, które mogą być użyźniane tymi odpadami lub całkowicie zasypywane — w celu ukształtowania nowej jakości gleby. Jeżeli w pobliżu kopalni znajdują się grunty piaskowe klas VI i V to należy budować na nich zwałowiska płaskie o grubości 1,5—3 m z bardzo łagodnymi spadkami skarp. Areal i geometria zwałowisk powinny uwzględniać przyszłe rolnicze użytkowanie terenu. Tego rodzaju obszar może stanowić w przyszłości samodzielne gospodarstwo rolne, kompleks uprawowy w ramach dużego gospodarstwa, plantację sadowniczą itp. Techniczne ukształtowanie gleby sprowadza się, w danym przypadku, do starannego wyrównania rzeźby terenu, nawiezenia 10—20 cm warstwy ziemi (o średnio zwiezłym składzie mechanicznym — less, glina, piasek gliniasty) i wymieszania jej z podłożem, lub intensywnego użyźnienia organicznego.

Tak ukształtowana gleba nadawać się będzie najbardziej pod uprawę lucerny, koniczyny, pszenicy, rzepaku, buraka cukrowego oraz plantacje drzew i krzewów owocowych, zwłaszcza pestkowych.

REKULTYWACJA SKŁADOWISK ODPADÓW ENERGETYCZNYCH

Skarpy i tarasy składowisk odpadów energetycznych powinny być utrwalane biologicznie, w miarę postępu eksploatacji składowiska. W tym celu powierzchnie grobli poszczególnych kwater użyźnia się i obsiewa sukcesywnie mieszkankami traw. Płaszczyzny grobli stają się sukcesywnie kolejnymi tarasami zboczy. Zadrzewia i zakrzewia się je z chwilą uformowania grobli wyższego rzędu. Tworzone w ten sposób pasy zieleni wysokiej chronią zbocza grobli aktualnych przed działaniem wiatru, a jednocześnie izolują otoczenie od składowiska.

Postępująca zabudowa biologiczna stanowi istotne ogniwo w procesie rekultywacji terenu i chroni środowisko przed ujemnymi wpływami składowiska.

Rekultywacja wierzchowiny następuje bezpośrednio po zakończeniu budowy składowiska, lub może być zsynchronizowana z ostatnią fazą składowania odpadów. Skierowanie płynnego osadu z oczyszczalni ścieków do rurociągu prowadzącego popiół w fazie budowy ostatniej, 20—30 cm warstwy składowiska, zapewnia pełną, bardzo intensywną rekultywację techniczno-biologiczną. Z chwilą odwodnienia popiołu rośliny wkraczają samorzutnie na składowisko, opanowując w krótkim czasie całą użyźnioną powierzchnię.

Osad ściekowy w postaci ziemistej lub płynnej, kompost, torf, gnojowicę lub inne organiczne substancje użyźniające, można wprowadzić

także na powierzchnię odwodnionego już składowiska. Substancje te zwielokrotniają tempo procesów glebotwórczych, zwłaszcza gdy dawki użyźniające wynoszą co najmniej 50 t s.m. na ha.

Optymalne dawki wymienionych substancji wynoszą 500—1000 t s.m. ale 100—200 m³ postaci ziemistej stwarza możliwość zadarnienia terenu w ciągu jednego okresu wegetacyjnego. Rozluźnienie wierzchniej warstwy popiołu i wymieszanie z substancją użyźniającą nasila procesy glebotwórcze i wegetację roślin. Z substancji lokalnego pochodzenia najlepszy jest silnie rozłożony (zmurszały) torf o kwaśnym odczynie.

Procesy glebotwórcze można przyspieszyć, a jakość gleby zwiększyć przez nałożenie 10 cm warstwy lessu lub gliny o różnej zawartości próchnicy. Przed nałożeniem wspomnianej warstwy ziemi należy rozluźnić (pokruszyć) powłokę składowiska w celu stworzenia warunków do integracji ziemi z podłożem.

Niezależnie od sposobu rekultywacji wierzchowiny, tarasów i skarp składowiska należy stosować bardzo intensywne nawożenie mineralne, w tym głównie azotowe.

Wierzchowina składowiska może być zagospodarowana w różny sposób, ale w początkowym okresie czasu winna być obsiana trawami w mieszance z roślinami motylkowatymi. Szczególnie cenną rośliną pionierską jest nostrzyk biały, który może być siany razem z mieszkanką traw. Ewentualne zadrzewienie i zakrzewienie wierzchowiny składowiska może nastąpić dopiero po kilku latach dobrej wegetacji roślinności niskiej.

PRZECIWDZIAŁANIE EROZJI

Erozja wodna jest wyzwalana i nasilana przez rolnictwo, różnorodne prace ziemne i hydrotechniczne, turystykę masową oraz wszelkiego rodzaju czynniki ograniczające aktywność biologiczną szaty roślinnej.

Najbardziej narażone na erozję są pola orne na terenach bogato urzeźbionych oraz skarpy naturalne i technicznie ukształtowane. Wszelkie zmiany w budowie wierzchniej warstwy gruntów oraz rzeźbie i sposobie użytkowania terenu mogą nasilać procesy erozyjne do poziomu rozmywu i namywu mas ziemnych. Erozja wodna degraduje najbardziej gleby lessowe na Wyżynie Lubelskiej i rędzinowe na Pagórach Chełmskich.

Erozję już dawno uznano za główny czynnik niszczenia gleby. Nazywano ją skrytym biczem rolnictwa. Powiedzenie to stosuje się w całej rozciągłości także do tych wszystkich robót ziemnych, które modyfikują budowę gruntu i rzeźbę terenu. Techniczno-ekonomiczne skutki rozmywu skarp wkopów i nasypów w toku prowadzenia robót ziemnych są wprawdzie łatwo dostrzegalne, ale ponieważ nie prowadzi się ewidencji, to faktyczna skala bicia jest tak samo skryta jak w rolnictwie. Rozporządzenie ministrów Rolnictwa oraz Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 26 października 1972 r. w sprawie sposobu określenia gruntów rolnych i leśnych zagrożonych erozją oraz zasad i trybu przeciwdziałania erozji (Dz. U. Nr 48, poz. 305) nakłada obowiązek prowadzenia inwentaryzacji gruntów podlegających erozji i sporządzania planów kompleksowej ochrony przed erozją. Przepisy te stosuje się w całej rozciągłości do LZW.

PROFILAKTYKA CHEMICZNA

Neutralizacja kwasowości gleb oraz przeciwdziałanie nadmiernemu zakwaszeniu wskutek zanieczyszczeń przemysłowych i stosowania nawozów fizjologicznie kwaśnych wymagają zorganizowania na terenie LZW melioracyjnego wapnowania, realizowanego według wymogów współczesnej agrochemii ze środków funduszu ochrony i rekultywacji gruntów rolnych. Rozpoznanie aktualnego stanu zakwaszenia gleb jest wystarczające. Dysponuje nimi Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Lublinie, która jest powołana do ukierunkowania całokształtu działań agrochemicznych w tym rejonie.

Stacji tej należy powierzyć opracowanie programu i organizacji odkwaszającego i profilaktycznego wapnowania.

Zasoby wapna odpadowego na terenie LZW będą dostatecznie duże na miejscowe potrzeby. Głównymi ich źródłami będą kopalnie i cementownie Chełma i Rejowca, budowa szybów kopalnianych i cukrownie.

Melioracyjne użyźnienie gleb piaszkowych, w tym głównie gleby klas VI, V i VIb, ma zwiększyć urodzajność oraz odporność na degradujące działanie zanieczyszczeń przemysłowych, komunikacyjnych i nawożenia NPK.

Do melioracyjnego użyźnienia gleb piaszkowych należy wykorzystać następujące odpady (po ich uzdatnieniu): komunalne, osady z oczyszczania ścieków miejskich i niektórych przemysłowych, górnicze o dużej zawartości iłu i substancji organicznej, ziemię spławiskową z cukrowni, torfy i namuły organiczne z gruntów przeznaczonych pod zabudowę techniczną, popioły elektrowniane itp.

Melioracyjne użyźnienie, podobnie jak wapnowanie, winno być realizowane według jednolitego programu z funduszu ochrony gruntów rolnych.

GMINNE PROGRAMY OCHRONY I REKULTYWACJI GLEB

Urząd gminny jest faktycznym gospodarzem terenu. Może on kontrolować na bieżąco wszystkie procesy pomniejszające areal lub wartość użytkową gruntów biologicznie czynnych, a jednocześnie sterować różnego rodzaju działaniami gospodarczymi w kierunku odtwarzania i doskonalenia zasobów glebowych na gruntach zdewastowanych i słabej jakości.

Gminne programy ochrony i doskonalenia zasobów glebowych winny integrować wszystkie zadania cząstkowe wraz z działaniami wykraczającymi poza tereny rolne. Aby program taki opracować należy dokonać szczegółowej inwentaryzacji wszystkich podstawowych wadliwości pokrywy glebowo-roślinnej ze szczególnym uwzględnieniem: a) zakwaszenia i wyjałowienia gleb ze składników pokarmowych, b) stanu i zagrożenia erozyjnego, c) istniejących wyrobisk po eksploatacji surowców, d) nieużytków rolnych, e) planów i zamierzeń eksploatacji kopalni, f) planów budowy dróg i obiektów przemysłowych, g) uciążliwości zanieczyszczeń przemysłowych i motoryzacyjnych, h) składowisk odpadów, j) lokalnych zasobów substancji użyźniających itp.

Mając rozeznanie aktualnego stanu wadliwości pokrywy glebowej i potencjalnych zagrożeń z jednej strony oraz możliwości przeciwdziałania zagrożeniom i rekultywacji gruntów zdewastowanych z drugiej, sporządza się program ochrony i doskonalenia zasobów glebowych.

Program ten winien być znany biurom projektującym różnego rodzaju inwestycje i roboty ziemne, aby w swej działalności mogły nie tylko chronić, lecz także rekultywować i ulepszać pobliskie gleby z wykorzystaniem przemieszczanych mas ziemnych i wytwarzanych odpadów.

WNIOSKI

1. Rozwój LZW spowoduje lub nasili procesy degradacji oraz ubytek areалу gruntów rolnych, przeznaczonych pod: zabudowę techniczną, składowanie odpadów, odkrywkową eksploatację kopalin, deformacje rzeźby terenu i stosunków wodnych na obszarze niecek osiadania, chemiczne zanieczyszczenie gleby i roślin oraz mechaniczne (pyłowe) zanieczyszczenie roślin w otoczeniu zakładów przemysłowych oraz szlaków komunikacji i transportu.

2. Najbardziej ewidentne będą ubytki gruntów rolnych, wskutek przejmowania ich pod zabudowę techniczną, eksploatację surowców i składowiska odpadów.

3. Skutki osiadania gruntu na terenach górniczych będą łatwo wymierne w czasie i przestrzeni, toteż mogą być rejestrowane sukcesywnie.

4. Zanieczyszczenie atmosfery, a za jej pośrednictwem gleby i roślin, wzrośnie wydatnie wskutek budowy elektrowni i elektrociepłowni, rozwoju komunikacji i transportu, składowania odpadów oraz licznych robót ziemnych. Negatywne skutki tych zanieczyszczeń będą znaczne, lecz stosunkowo mało wymierne ze względu na ich duże rozproszenie i brak odpowiedniego systemu ewidencji.

5. Zanieczyszczenia emitowane przez elektrownie będą zakwaszały środowisko glebowe, nasilając wymywanie składników pokarmowych, pogarszając przez to warunki wegetacji i wskaźniki ekonomiczne produkcji roślinnej. Nie oczekuje się takich koncentracji kwaśnych związków, które działałyby ujemnie bezpośrednio na nadziemne części roślin uprawnych. Drzewostany leśne mogą być jednak degradowane w dużo większym stopniu.

Stratom w produkcji roślinnej na terenach rolnych można będzie przeciwdziałać za pośrednictwem profilaktycznego wapnowania i melioracyjnego użyźniania gleb.

6. Program odkwaszającego i profilaktycznego wapnowania gruntów rolnych należy opracować dla całego LZW i realizować go przez służbę agrochemiczną, według pierwszeństwa potrzeb, wynikających zarówno z aktualnego poziomu zakwaszenia, jak też przeciwdziałania zanieczyszczeniom zewnętrznym.

Tego rodzaju program winien być realizowany w ramach funduszu ochrony gruntów rolnych, przy stosownej partycypacji przemysłu.

7. Zapobieganie degradacji gleb na terenach niecek osiadania będzie wymagać współdziałania szeregu zabiegów technologiczno-profilaktycznych z organizacją produkcji rolnej, która będzie zmuszona dostosować się do zmieniających się w czasie warunków ekologicznych. W tej sytuacji najlepszym rozwiązaniem byłoby ustanowienie państwowego przedsiębiorstwa rolniczego na całym obszarze niecek osiadania. Przedsiębiorstwo to, prowadzące jednocześnie prace rekultywacyjne i melioracyjne powinno mieć specjalny status organizacyjno-produkcyjny i finansowy.

8. W planowaniu przestrzennym i gospodarczym należy przestrze-

gać rygorów ilościowej i jakościowej ochrony zasobów glebowych. Podstawowym celem jest minimalizacja ubytku areалу gruntów biologicznie czynnych, przy zachowaniu lub powiększeniu zdolności produkcyjnej gleb w danej miejscowości, gminie i rejonie. Ochrona za wszelką cenę każdego płatu gleb dobrej jakości bez analizy możliwości odtwarzania takiego samego potencjału gleby na pobliskich gruntach, przy znacznie korzystniejszych wskaźnikach ekonomicznych rozwiązania całej inwestycji, nie może być preferowana.

9. Pracownicze ogrody działkowe należy uznać jako działalność rolniczą o intensywnej produkcji. Z tego względu w razie braku nieużytków i gleb słabej jakości na terenach lessowych, również grunty dobrej jakości mogą być przeznaczone pod pracownicze ogrody działkowe, w tym także w strukturze miast i osiedli górniczych.

10. Ziemię próchniczną, zalegającą na gruntach przeznaczonych pod zabudowę techniczną i eksploatację kopalin należy zdejmować i wykorzystywać od zaraz do rekultywacji i ulepszenia pobliskich gruntów. Należy unikać składowania ziemi próchnicznej bez jej wyraźnego przeznaczenia.

Do zagospodarowania pozyskuje się ziemię próchniczną o określonych walorach glebotwórczych. Dotyczy to głównie zasobnych w próchnicę lessów, glin i piasków gliniastych.

11. Torf zalegający na gruntach przeznaczonych do zabudowy technicznej, składowania odpadów i eksploatacji kopalin, a także nadmiernie przesuszonych należy zdejmować w każdym przypadku oraz wykorzystywać bezpośrednio do rekultywacji i ulepszania gleb lub przerabiać na substancje użyźniające do produkcji warzywniczej i terenów zieleni miejskiej.

12. Less, którego wartość jest dużo mniejsza od ziemi próchnicznej (o tym samym składzie mechanicznym) zdejmuje się tylko wtedy, gdy istnieje wyraźnie określone i ekologiczno-gospodarczo uzasadnione zapotrzebowanie. Glebotwórca wartość lessu nie odbiega wyraźnie od gliny lekkiej i średniej. Te ostatnie można traktować więc na równi z lesem.

13. Potorfia stanowią wartościowe grunty, które można stosunkowo łatwo zrehabilitować i włączyć do intensywnej produkcji rolnej. Należy ustanowić stosowany program prac melioracyjno-rekultywacyjnych, realizowanych częściowo przez tych inwestorów, którzy ubiegają się o przydział gruntów rolnych na cele nierolnicze.

14. Wyrobiska po eksploatacji skał mineralnych należy zinwentaryzować szczegółowo z podaniem ich budowy geologicznej, stosunków wodnych, kubatury itp., wraz ze wskazaniem możliwych kierunków rekultywacji i zagospodarowania przy wykorzystaniu lokalnych zasobów mas użyźniających i środków technicznych.

15. Szczegółową inwentaryzację zagrożeń erozyjnych wraz z programami zabiegów przeciwoerozyjnych należy opracowywać według obowiązujących przepisów ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych.

16. Wszystkie podstawowe działania ochronne, rekultywacyjne i ulepszające, jakie są niezbędne i możliwe do zrealizowania, powinny być ujmowane całościowo w postaci „gminnych programów ochrony i doskonalenia zasobów glebowych”. Do realizacji tego rodzaju programów należy włączyć wszystkie biura projektujące budowę obiektów gruntochłonnych oraz produkujących odpady — nadające się do zapełnienia wyrobisk i użyźniania gleb.

KRYSTYNA MADZIARA-BORUSIEWICZ

Zakład Ochrony Przyrody
i Zasobów Naturalnych PAN
Kraków

OWADY A ZMIANY ZACHODZĄCE W EKOSYSTEMACH LEŚNYCH

Zagadnienie relacji owadów i zmian w ekosystemach leśnych ma dwa aspekty: 1) zmiany zachodzące w ekosystemie na skutek masowego występowania owadów (gdy liczebność gatunku wielokrotnie przewyższa poziom normalny, tj. nieodczuwalny w funkcjonowaniu ekosystemu), 2) zmiany zachodzące z różnych powodów w ekosystemie, a skutkiem których owady znajdują dla siebie korzystne warunki rozwoju w związku z czym dochodzi do ich masowych pojawów.

W rzeczywistości, w warunkach lasów polskich, obydwa te zjawiska ściśle się ze sobą splatają i przechodząc gwałtownie z jednego układu w drugi, prowadzą do katastrofalnych zmian nie tylko w drzewostanach, lecz całych ekosystemach leśnych.

W lasach naturalnych, których w Polsce zachowało się bardzo niewiele, głównie w parkach narodowych i rezerwatach przyrody, masowe pojawy owadów należały do rzadkości. Przed nadmiernym wzrostem liczebności jakiegoś gatunku w lasach naturalnych zabezpiecza bowiem różnicowanie wiekowe drzewostanu i duża różnorodność gatunkowa roślin i zwierząt, wśród nich wiele przedstawicieli pasożytów i drapieżców. Czynniki te odgrywają ważną rolę w utrwalaniu oporu środowiska i nie dopuszczają do niebezpiecznej dominacji któregoś z gatunków owadów fitofagicznych. W lasach naturalnych owady folio- a zwłaszcza kambiofagiczne spełniają rolę regulacyjną w drzewostanie likwidując pojedyncze drzewa o słabszej kondycji. Śmierć drzewa i jego stopniowa mineralizacja umożliwia rozwój nowego pokolenia lasu i pozwala na utrzymanie jego różnowiekowej struktury. Jest to niewątpliwie pozytywna rola tych owadów.

Większość lasów polskich to jednak lasy składające się z jednogatunkowych i przeważnie niemal jednowiekowych kompleksów: na niżu sosny, w górach świerka, wprowadzanych przez człowieka w miejsce dotychczas tam występujących a wyeksploatowanych lasów i borów. W lasach gospodarczych, odmiennie niż w lasach naturalnych, panujące układy są wysoce niestabilne, tak że każdy stres może spowodować gwałtowną reakcję całego ekosystemu. Spośród licznych czynników stresowych oddziałujących na lasy należy wymienić niektóre zjawiska atmosferyczne (huragany, susza, okiśc), „dzika” i błędnie ukierunkowana turystyka, nadmierna liczba zwierzyny, zmienność poziomu wód gruntowych i najważniejsze: pyły i gazy emitowane do atmosfery przez poszczególne zakłady przemysłowe w kraju i także poza jego granicami.

Oddziaływanie czynników stresowych na drzewa zaznacza się zmianami w ich morfologii, fizjologii i biochemii powodując obniżenie ich

kondycji; w końcu osłabione drzewa zamierają. Zmiany te, zwłaszcza zaś zmiany biochemiczne przyczyniają się do przywabiania zwiększonej liczby owadów fitofagicznych, które w osłabionych drzewostanach znajdują dla siebie dogodne warunki rozwoju. Owady fitofagiczne należą do organizmów niezwykle prężnych, odpowiadających zwiększoną liczebnością na zmienione warunki ekosystemu tak dalece, że w ciągu krótkiego czasu stają się elementem decydującym o życiu lasu, aż do likwidacji drzewostanów włącznie. Wystarczy np. wspomnieć strzygonię choinówkę (*Panolis flammea*), która w Polsce w latach dwudziestych XX wieku doprowadziła do zabicia ca 300 tys. ha borów sosnowych, a obecnie brudnica mniszka (*Lymantria monacha*) wystąpiła na powierzchni ok. 2 mln ha lasów sosnowych i świerkowych na północy Polski.

Z drzewostanów szpilkowych dotychczas najbardziej zagrożone pojawami owadów zgryzających aparat asymilacyjny — tj. foliofagów były drzewostany sosnowe. Od pewnego czasu jednak obserwuje się pojawy owadów i na innych gatunkach drzew szpilkowych: np. trzech gatunków zwójkowatych na jodle, głównie na obszarze Świętokrzyskiego Parku Narodowego; a także zaobserwowane przed trzema laty po raz pierwszy w Polsce gatunki owadów zgryzających szpilki świerków w górskich drzewostanach świerkowych (na wysokości ca 1000 m npm), jak wskaźnica modrzewianeczka (*Zeiraphera griseana*) w Karkonoskim Parku Narodowym, oraz zasnuja (*Cephalcia falleni* sp.), gatunek, który w ogóle stał się szkodliwy niemal z dnia na dzień, a wystąpił w Gorczańskim Parku Narodowym.

Ostatnio zacytowane fakty są niezwykle ważne, gdyż: 1) wskazują, że drzewostany górskie, które dotychczas były uważane za odporne na ataki owadów fylofagicznych (tzw. szkodników pierwotnych) są znacznie osłabione i odpornymi na ataki tego typu szkodników być przestały; 2) w każdej chwili będzie się można spodziewać gradacji innych gatunków owadów, które w naszym kraju lub w ogóle nigdzie nie były notowane jako szkodniki (np. zacytowana wyżej *Cephalcia falleni* sp.); 3) po żerowaniu fylofagów występujących masowo, zawsze następuje gradacja owadów kambiofagicznych — tzw. szkodników wtórnych, po której las w najlepszym przypadku wychodzi z ranami, przeważnie jednak giną duże jego połacie.

Lasy liściaste odczuwają żerowanie owadów w nieco mniejszym stopniu i nawet gołożery nie zabijają drzew, chociaż i w tym przypadku następuje zahamowanie przyrostu i ogólne ich osłabienie.

Zagadnienie to jest opracowywane w Zakładzie Ochrony Przyrody i Zasobów Naturalnych od 1968 roku: początkowo w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego, następnie PAN-21 i ostatnio w problemie MR II/15 — koordynowanym przez Instytut Ekologii PAN. Na podstawie tych badań okazało się, że owady fitofagiczne — zarówno fylo- jak i kambiofagi są bardzo ważnym elementem ekosystemów leśnych. W grądach Puszczy Niepołomickiej np. wykazano, że owady foliofagiczne, żerujące głównie na dębach jako roślinie żywicielskiej — w tym w pierwszym rzędzie zwójka zieloneczka (*Tortrix viridana*) — zjadają aż 80% produkcji pierwotnej pobieranej przez wszystkich konsumentów [4]. Ilość pokarmu pobranego przez te owady jest różna w poszczególnych latach, co związane jest ze stopniem nasilenia gradacji, która w niektórych latach może doprowadzić do całkowitego pozbawienia dębów liści. Ilość ta zawiera się w granicach od 312 do 1330 kg [1]

liści/ha, co stanowi od 14 do 40% produkcji liści grądów [2], przy czym niektóre, a w szczególnych latach niemal wszystkie dęby są całkowicie pozbawione ulistnienia. Energia pobrana przez te owady w okresach niższej liczebności wynosi ok. 8%, a w latach masowych pojawów natomiast aż 34% energii zawartej w liściach drzew.

Według naszych badań w liściach drzew budujących grądy Puszczy Niepołomickiej znajdują się duże ilości makroelementów — azotu, wapnia, magnezu, potasu, fosforu i sodu, jak i różnych substancji pokarmowych, jak cukry, tłuszcze, białka, woda oraz substancji o niecałkowicie rozpoznanym oddziaływaniu na owady, jak: garbniki i polifenole.

Istotną sprawą dla ekosystemu jest to, że część pobranej materii powraca do niego w postaci ekskrementów, ilość ta zależy od nasilenia pojawu wynosi od 124 do 531 kg/ha [2]. W ekskrementach znajdują się poważne ilości azotu, fosforu, potasu i wapnia, które zasilając glebę pozwalają na stosunkowo szybką regenerację drzewostanu, jednak przy równoczesnej zmianie proporcji tych biogenów w glebie leśnej, jak również i zmianie jej kwasowości. Powtarzające się zasilanie drzewostanów dużymi dawkami biogenów w następstwie masowych pojawów foliofagów wpływa również na zmiany w dalszych ogniwach ekosystemu. I tak np. podczas wykonywania prac we wspomnianym problemie przez zespół pracowników Zakładu stwierdzono, że w glebach tych następuje silne zachwianie równowagi między makroelementami, zwłaszcza zaś wybitnie zaznacza się dysproporcja pomiędzy zawartością przyswajalnych form potasu i fosforu: zawartość potasu np. zwiększa się niemal 30-krotnie [7]. Równocześnie tak silne nawożenie wpływa na mikroorganizmy glebowe i na przebieg procesów związanych z ich aktywnością enzymatyczną (np. obserwowano podwyższenie aktywności ureazy) [6].

Z drugiej strony odżywianie się gąsienic pokarmem wzbogaconym w biogeny, a głównie w azot, powoduje w ich organizmie zaburzenia równowagi białkowo-węglowodanowej, co pociąga za sobą wzrost podatności foliofagów na zachorowania i stwarza warunki do powstania epizootcji (np. w 1972 r. po masowym pojawie zwójki zieloneczki mikrosporydioza wywołana przez 4 gatunki mikrosporydiów spowodowała epizootcję, w której zginęło ok. 65% gąsienic tego gatunku [3]. Z przytoczonych skrótych informacji wynika, że mimo iż foliofagi związane z drzewami liściastymi nie zabijają drzewostanów, wpływają jednak w znacznym stopniu na modyfikację ekosystemów.

Kambiofagi, tzw. szkodniki wtórne, pobierają wielokrotnie — bo aż ok. 20-krotnie mniej pokarmu niż foliofagi [5]. Wydawać by się więc mogło, że ich rola w cyklu rozwojowym ekosystemu leśnego jest nieznaczna. Tak jednak nie jest. Na podstawie badań prowadzonych w borach sosnowych Puszczy Niepołomickiej w ramach wspomnianego problemu okazało się, iż dla życia drzew i drzewostanów sosnowych nie jest najistotniejszy sam ubytek masy (zarówno w postaci chodników larwalnych pod korą, jak i wygryzanych i obłamywanych pędów w koronie sosny), lecz ważny jest sposób, w jaki ten proces przebiega: chodniki larwalne wygryzane pod korą przecinają w wielu miejscach dopływy soków do korony drzewa. Następuje przy tym obniżenie ciśnienia osmotycznego, połączone z niższą zawartością wody w drzewie i w wyniku tych procesów drzewo zamiera. W borach sosnowych na niżej najważniejszymi szkodnikami wtórnymi są chrząszcze: cetyniec większy i mniejszy

(*Tomicus piniperda* i *T. minor*). Gatunki te zabijają poszczególne drzewa, w pierwszym rzędzie osłabione różnymi czynnikami. Drzewostan, w którym giną poszczególne drzewa zaatakowane przez cetyńce, ulega stopniowemu, lecz coraz silniejszemu rozrzedzeniu. Jest to kolejny etap zmian w ekosystemie, które są związane z masowym pojawem tych gatunków. Dalszy rozwój wydarzeń prowadzi nieuchronnie do likwidacji takiego drzewostanu. Przerzedzony las jest bowiem podatny na niektóre zjawiska atmosferyczne, jak np. wiatr, okiść, które powodują łamanie i wywracanie drzew. W końcu w miejscu wysokopiennego lasu z całym w miarę dobrze wykształconym łańcuchem powiązań i zależności powstaje odsłonięta, szybko degradująca się powierzchnia o całkowicie odmiennych wartościach, na której dotychczasowe elementy kolejno zanikają i będą stopniowo zastępowane przez elementy nowe.

W lasach górskich do niedawna problemem były jedynie masowe pojawy kambiofagów, tj. szkodników wtórnych, przede wszystkim kornika drukarza (*Ips typographus*). Jego katastrofalne pojawy następują zwykle po klęskach żywiołowych, takich jak powały i wiatrołomy. Niestety, owady te przy masowych pojawach nie ograniczają się do drzew uszkodzonych, lecz wybierają również drzewa stojące, osłabione działaniem różnorodnych czynników lub w przypadku wybitnie silnych masowych pojawów nawet drzewa nieosłabione. Żerowanie kornika jest zabójcze dla pojedynczych świerków a w następstwie i dla drzewostanów świerkowych; początkowo zwarcie drzew ulega stopniowemu rozrzedzeniu, następnie w drzewostanie powstają coraz bardziej powiększające się luki. Tego rodzaju odsłonięcia stają się miejscem powstawania dalszych wywałów, gdyż każdy nieco silniejszy wiatr typu fenowego (w Tatrach — halny) kładzie duże masy drzew, a huragany są dla drzewostanów górskich prawdziwą katastrofą (np. Tatrzański Park Narodowy 1968, Karkonoski Park Narodowy 1977). Raptownie odsłonięta gleba ulega erozji, zachwaszczeniu i bardzo silnej degradacji, a czasem zmyciu aż do litej skały. Równocześnie odkryte powierzchnie stokowe nie mogą spełniać i nie spełniają roli ochronnej, jaką spełnia stary, wysokopienny las — tj. przede wszystkim roli glebochronnej i retencyjnej.

Wydaje się, że właśnie zmiana jakości warunków siedliska związana z gwałtownymi odsłonięciami gleby jest głównym czynnikiem oddziałującym na ekosystem — następuje bowiem radykalna zmiana nasłonecznienia dna lasu, warunków wilgotności gleby i jej transpiracji, kwasowości gleby i jej aktywności a w związku z tym następują zmiany w krążeniu biogenów i materii. Wszystkie te zjawiska są następstwem masowego występowania owadów.

Nowe układy ekologiczne zastępują dotychczasowe. Wydaje się jednak, że nie można położyć znaku równości pomiędzy ekosystemem leśnym a ekosystemem nowym powstającym na miejscu lasu. Wydaje się również, że użyte określenia: katastrofalny, klęskowy, błędne z punktu widzenia ekologii, nie są takie z punktu widzenia potrzeb społecznych, gospodarczych i in.

Należy przy tym mieć na uwadze, że masowe pojawy owadów fitofagicznych również w lasach parków narodowych są sygnałem bardzo głębokich zmian powstałych w środowisku, jak i znacznego osłabienia drzewostanów. Masowe pojawy owadów są skutkiem tych zmian, czyli że są oneostatnim ogniwem przyczyn degradujących ekosystemy leśne.

LITERATURA

- [1] Bandola-Ciołczyk E. — *Production of tree leaves and energy flow through the litter in Tilio-Carpinetum association (International Biological Programm area)*. Stud. Nat. Ser. A, 29, 1974.
- [2] Bandola-Ciołczyk E., Witkowski Z. — *Energy flow through oak leaves and caterpillars feeding on them in an Oak-Hornbeam Ecosystem of the Niepolomice Forest (IBP Project "Ispina")*. Bull. Acad. Pol. Sc. Cl. II; 24, 386, 1976.
- [3] Lipa J. J., Madziara-Borusiewicz K. — *Microsporidians parazitizing the Green Tortrix (Tortrix viridana L.) in Poland and their role in the collapse of the Tortrix-outbreak in Puszcza Niepolomicka during 1970—1974*. Acta Protozoologica, 15, 529, 1976.
- [4] Medwecka-Kornaś A., Łomnicki A., Bandola-Ciołczyk E. — *Energy flow in the oak-hornbeam Forest (IBP Project "Ispina")*. Bull. Acad. Pol. Sc. Cl. II, 22, 563, 1974.
- [5] Witkowski Z., Madziara-Borusiewicz K. — *Ekologia, energetyka i znaczenie owadów fitofagów w grądach i borach sosnowych Puszczy Niepolomickiej*. W: *Funkcjonowanie ekosystemów leśnych w rejonach przemysłowych* — ed. Grodziński W. — 1980 (w przygotowaniu do druku)
- [6] Wójcik D. — informacja ustna.
- [7] Zawilińska L. — informacja ustna.

WPŁYW RTĘCI I KADMU NA PTAKI ZIARNOJADY I PTAKI DRAPIEŻNE

W Polsce w ostatnich dwudziestu latach wielokrotnie zmniejszyła się liczebność ptaków drapieżnych, w szczególności pustulek (*Falco tinnunculus* L.), krogulców (*Accipiter nisus* L.), jastrzębi (*Accipiter gentilis* L.), a z sów — płomykówki (*Tyto alba* Scop.) [33, 69, obserwacje własne]. Wydaje się prawdopodobne, że w Polsce, jak i w innych krajach europejskich oraz w Ameryce Północnej, odpowiedzialne jest za to zjawisko skażenie środowiska pestycydami i rtęcią [3, 34, 38, 52].

Ptaki ziarnojady: wróble domowe (*Passer domesticus* L.), gołębie, bażanty, drób domowy, gawrony (*Corvus frugilegus* L.), kawki (*Corvus monedula* L.), trznadle (*Emberiza citrinella* L.) żerują na zasiewach zbóż zaprawianych fungicydami rtęciowymi a z kolei ptaki drapieżne i sowy, w których pokarmie dominują ptaki, za ich pośrednictwem ulegają skażeniu. W naszych badaniach analizowaliśmy zawartość rtęci w całym ciele wróbli domowych, co daje możliwość oceny całkowitej zawartości rtęci w danym ptaku, a tym samym jego toksyczność dla zjadającego go drapieżcy. Wróble domowe mogą stanowić podstawowy pokarm krogulców [47, 57, 62, 68, 70]. Poza wróblami znaczny odsetek u tych gatunków, jak i u kobuza, stanowią inne ptaki ziarnojady [68] również żerujące na zasiewach, a u sokołów wędrownych (*Falco peregrinus* L.) i u jastrzębi gołębiarzy — gołębie domowe i dzikie, ptaki krukowate i kuropatwy również często mające wysokie skażenie rtęcią z zapraw rtęciowych. Drobne gryzonie są na ogół mniej skażone rtęcią niż ptaki ziarnojady żyjące w tym samym środowisku [58].

RTĘĆ (Hg)

Rtęć jest pierwiastkiem toksycznym [12, 62]. LD₅₀ wynosi dla myszy 27 ppm [11], dla bażantów 65—70 ppm [44], dla kur 60 ppm [43]. W małych dawkach rtęć może działać stymulująco na ptaki przez działanie bakteriostatyczne i antygrzybicze [30]. W większych dawkach działa ujemnie na system nerwowy, uszkadza nerki, wątrobę, zmniejsza rozrodczość [12, 19].

Działanie toksyczne rtęci zależy od typu połączeń chemicznych, w jakich występuje w organizmie [7]. Okres połowicznego wydalenia jest bardzo zmienny, zależny od typu połączeń chemicznych, w jakich rtęć występuje oraz od gatunku zwierzęcia — generalizując wynosi 50—100 dni [46], u kur 35 dni [64].

Skażenie rtęcią środowiska następuje trzema drogami: 1) naturalne uwalnianie rtęci ze złóż pod wpływem czynników atmosferycznych i wy-

buchów wulkanów, 2) przerabianie (spalanie) dużej ilości surowców zawierających rtęć w czystej postaci i zastosowanie jej w gospodarce człowieka [35]. Nas szczególnie interesowała możliwość skażenia dzikich ptaków ziarnojadów rtęcią dostającą się do środowiska wraz z zaprawami ziarna siewnego stosowanymi w Polsce na szeroką skalę od połowy lat pięćdziesiątych jako: Zaprawa Nasienna Uniwersalna, Zaprawa Nasienna R, Zaprawa Nasienna Płynna [5, 6]. Mimo stosunkowo niedużej ilości rtęci (7‰) używanej do produkcji fungicydów w stosunku do globalnej ilości rtęci używanej w naszej gospodarce, właśnie ta rtęć stanowi największe zagrożenie dla człowieka [35]. Z tego powodu dąży się do wyeliminowania rtęci ze środków ochrony roślin [40, 59]. Grzybobójcza uniwersalność związków rtęci jest tak wielka, że jeszcze nadal jest używana w fungicydach przy zmniejszaniu jej zawartości i ograniczeniu stosowania [51]. Zawartość rtęci w zaprawianym ziarnie pszenicy, jęczmienia wynosi ok. 12–25 ppm [3, 14, 37, 67]. Gołębie grzywacze (*Columba palumbus* L.), żerujące na zasiewach zaprawionych fungicydami (Ceresan, Patogen), zjadały dozę LD₅₀ w czasie mniejszym niż 5 godz. żerowania na zasianym polu [45].

Jako obiekt badań wybraliśmy wróble domowe (*Passer domesticus* L.), gatunek żyjący w bezpośrednim sąsiedztwie człowieka, zbierający pokarm w obrębie zabudowań lub w ich pobliżu na polach [50].

Materiał wróbli domowych pochodził z terenów intensywnej wielkołanowej gospodarki rolnej Żuław Wiślanych. Ogółem odłowiono w siatki japońskie 233 wróble w obrębie zabudowań 30 PGR od kwietnia do sierpnia 1972 r. przed uruchomieniem rafinerii w Gdańsku. W tym roku stosowano jeszcze powszechnie do zaprawiania nasion fungicydy rtęciowe. Odłowione wróble po uspieniu eterem, wysuszeniu były całe homogenizowane a reprezentatywną próbę poddawano analizom chemicznym na zawartość metali ciężkich [50].

Podstawowym pokarmem wróbli na terenie Żuław Wiślanych przez cały rok było ziarno pszenicy a w mniejszym stopniu jęczmienia. Często obserwowano na Żuławach wróble żerujące na zasiewach jarej pszenicy [49]. Wróble domowe skażają się rtęcią zapewne najczęściej przez spożywanie zatrutego ziarna z obsianych pól. W pełni to potwierdza dynamika skażenia wróbli na Żuławach. Największe skażenia rtęcią stwierdzono w okresie zasiewów wiosennych zbóż, to jest w kwietniu (tab. 1). W okresie zasiewów wiosennych wróble domowe nie wylatują daleko od zabudowań w pola, dlatego najwyższe skażenia stwierdzono w gospodarstwach, gdzie zasiewy zbóż jarych sąsiadowały z zabudowaniami. Po okresie zasiewów wiosennych skażenie wróbli rtęcią zmniejsza się i nie spotykano już ptaków o zawartości rtęci większej niż 1 ppm (tab. 1). W okresie zasiewów jesiennych wróble nie odławiano.

Skażenie rtęcią wróbli w warunkach wielkołanowej, intensywnej gospodarki rolnej Żuław Wiślanych wynosiło średnio $0,214 \pm 0,504$ ppm było zatem wysokie i charakteryzowało się dużym rozrzutem stopnia skażenia (tab. I) [50]. Należy zatem przyjąć, że w warunkach naszych terenów badań na Żuławach mogły ptaki ulegać zatruciu ale specjalnych badań nad oceną ilości padłych ptaków nie prowadzono. Stwierdzono zmniejszenie ciężaru samic przygotowujących się do lęgów przy wyższej zawartości Hg w ciele ($r=0,413$, $n=21$ $p < 0,05$; $y=34,771-11,381x$) [50]. W wielu badaniach eksperymentalnych stwierdzono ubytek ciężaru ptaków pod wpływem skażenia rtęcią [12, 20, 27, 30, 44]. Nie

Tabela 1

Stężenie rtęci całkowitej w ciele wróbla (*Passer domesticus*) odławianych na Żuławach Wiślanych,
w ppm masy powietrzno suchej

Termin odłowu (1972)	Liczba ptaków	Zakres	Średnia i odchylenie standardowe	Procent przypadków różnych stężeń Hg					
				$0 < x \leq 0,05$	$0,05 < x \leq 0,5$	$0,5 < x \leq 1,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$2,0 < x \leq 3,0$	$3,0 < x$
kwiecień	68	0,018—4,600	$0,425 \pm 0,866$	33,8	44,1	10,3	5,9	2,9	2,8
maj	31	0,008—0,850	$0,148 \pm 0,214$	22,6	67,8	9,7	—	—	—
czerwiec	44	0,020—0,520	$0,128 \pm 0,129$	29,5	68,2	2,3	—	—	—
lipiec	54	0,009—0,866	$0,113 \pm 0,155$	38,9	57,4	3,7	—	—	—
sierpień	36	0,015—0,833	$0,136 \pm 0,169$	41,7	52,8	5,6	—	—	—

wg Pinowska, Kraśnicki, Pinowski 1981.

stwierdzono na naszym materiale wpływu skażenia rtęcią na ilość tłuszczu i wielkość zniesienia wróbla domowych [50]. W badaniach eksperymentalnych stwierdzono ujemny wpływ rtęci na wielkość zniesienia [3, 16], ale cecha ta zmienia się [14, 29] w zależności od stopnia skażenia badanego gatunku. Najczęściej skażenie rtęcią nawet stosunkowo niskie prowadzi do zwiększonej śmiertelności jaj w czasie inkubacji lub piskląt po wykluciu [14, 16, 25, 27, 28, 29, 44]. Tego typu redukcja rozrodczości mogła mieć miejsce w populacji wróbla przez nas badanych. W Szwecji zmiany liczebności gawronów i szeregu innych gatunków ptaków ziarnojadów wiąże się bezpośrednio ze stosowaniem na szeroką skalę zapraw rtęciowych a następnie zakazem ich stosowania [41, 42].

Zaburzenia lokomotoryczne są jednym z objawów zatrucia rtęcią [3, 62], zatem z dużym prawdopodobieństwem można sobie wyobrazić, że w szczególności ptaki drapieżne dziennie mogą selektywnie wyląwiać ptaki wykazujące objawy zatrucia. Mimo że analizy pokarmu ptaków drapieżnych i sów z terenów Polski z długich okresów czasu wykazują, że wróble domowe rzadko stanowią więcej niż 25% biomasy pokarmu (tab. 2), to jednak przy masowym skażeniu wróbla rtęcią mogą one stanowić jedyny ich pokarm w krótkich wycinkach czasu, np. kilka dni, i dlatego też taki wariant uwzględniliśmy w naszych rozważaniach. W artykule tym podejmujemy próbę oceny wpływu zapraw rtęciowych poprzez ptaki ziarnojady na wybrane gatunki ptaków drapieżnych. Średnia zawartość rtęci w ciele wróbla domowych odławianych na Żuławach wynosiła 0,002 mg, w 20 osobnikach o największym skażeniu rtęcią wynosiła średnio 0,015 mg w osobniku, a maksymalna zawartość 0,046 mg w jednym osobniku [50].

Tabela 2

Konsumpcja wróbla przez ptaki drapieżne

Gatunek	Zawartość <i>P. domesticus</i> w pokarmie w %	Zawartość <i>P. domesticus</i> w pokarmie w % ciężaru ¹	Dzienna konsumpcja (g)
<i>Accipiter nisus</i> L.	26,34 Opdam (1979)	26,6	82 Tinbergen (1946)
<i>Falco subbuteo</i> L.	0,04 Uttendorfer (1952)	3,6	45 ²
<i>Falco tinunculus</i> L.	5,64 Witkowski (1962)	7,0	45 Slijper (1960)
<i>Tyto alba guttata</i> C.L.Br.	25,83 Ruprecht (1964)	34,7	50 Wołk (1965)
<i>Asio otus</i> L.	2,9 Czaplińska (1979)	3,5	50 Graber (1962)

¹ Ciężar ofiar wzięto wg: Serafiński 1965, Szczepski, Kozłowski 1953, dr W. Kotowa — informacja ustna.

² Przyjęto konsumpcję taką jak dla *Falco tinunculus* L.

Bezpośredni wpływ na przeżycie ptaków dorosłych. W doświadczeniach przeprowadzonych na jastrzębiach, które karmiono kurczętami zawierającymi 12—14 ppm rtęci, już po 18—20 dniach występowały ciężkie objawy zatrucia z brakiem chęci jedzenia. W tym czasie pobrały one 18—20 mg rtęci, to jest dziennie 0,9—1,1 mg [4]. Gdyby konsumowały dziennie po 4 wróble domowe (31 g × 4 = 124 g) o maksymalnym stwierdzonym przez nas skażeniu (4 × 0,046 mg) to pobierałyby dziennie

0,1284 mg rtęci. Jest to dawka pięciokrotnie mniejsza niż w opisywanym eksperymencie. *Buteo jamaicensis* eksperymentalnie karmione pokarmem zawierającym 1,2—1,6 mg Hg dziennie wykazywały objawy zatrucia i ginęły po 45—71 dniach. Te, które konsumowały 0,6 mg Hg dziennie z pokarmem nie wykazywały zewnętrznych symptomów zatrucia, ale sekcja wykazała zmiany patologiczne w systemie nerwowym [15]. Gdyby *Buteo jamaicensis* odżywiały się wróblami domowymi (dzienna racja pokarmowa — 230 g) o wykrytym przez nas maksymalnym skażeniu, to zjadałyby dziennie 0,352 mg Hg, a więc dawkę o połowę niższą niż dawka stosowana w eksperymencie nie wywołująca zewnętrznych objawów zatrucia. Zatem jeżeli wśród wróbli domowych nie było ptaków o większym skażeniu, to nie powodowałyby śmiertelnego skażenia ptaków drapieżnych i sów. Należy jednak przypuścić, że wróble domowe o większym skażeniu rtęcią ginęły zanim odłowiliśmy je w siatki. Wróble domowe lub inne ptaki ziarnojady skażone Hg w takim stopniu jaki stwierdziliśmy w naszych badaniach mogły już wykazywać zmiany w zachowaniu się, skoro stwierdzono je nawet u ptaków, których matki były karmione pokarmem zawierającym 0,5 ppm Hg [26, 28] i być zatem selektywnie wyławiane przez drapieżce.

Spożywanie pokarmu skażonego rtęcią już w ilości 1 ppm powoduje pocienienie skorupki jaj u przepiórek (*Coturnix coturnix*) [65], a zatem również podobny efekt mogą wywołać u drapieżców spożywane przez nie wróble o skażeniach przez nas wykrytych. Główną przyczyną zaniku ptaków drapieżnych i sów odżywiających się ptakami, według wielu autorów, ma być redukcja produkcji młodych jako wynik zatrucia rodziców pestycydami i rtęcią. Z reguły następuje pocienienie skorupki jaja i wtórnie perforowanie lub zgniecenie jaj przez rodziców, wzrasta śmiertelność embrionów w jajach, piskląt po wykluciu lub składane są jaja w ogóle bez skorupki [1, 4, 9, 36, 52, 53, 54]. Pośrednim dowodem, że zanik ptaków drapieżnych wywołany jest skażeniem obok pestycydów także rtęcią jest to, że zawartość tego pierwiastka jest o wiele większa w jajach i w organach ptaków drapieżnych żywiących się ptakami niż wszytkożernych czy odżywiających się tylko ssakami [34, 36].

Wróble domowe ze względu na osiadły tryb życia i stosunkowo mały areal życiowy zostały wybrane bioindykatorami skażenia środowiska metalami ciężkimi. Wróble jako gatunek synantropijny żyją w bezpośrednim sąsiedztwie zwierząt domowych i człowieka, korzystając z pokarmu przeznaczonego dla zwierząt domowych, odpadków pokarmu człowieka; w zbliżonym stopniu odbierają skażenia środowiska drogą pokarmową i oddechową. Ptaki ziarnojady są doskonałymi bioindykatorami substancji toksycznych stosowanych do zaprawiania ziarna (np. rtęci) — potwierdziły to nasze badania.

Stwierdziliśmy, że skażenie ptaków rtęcią w terenie rolniczym jest wyższe niż w przemysłowym. Wróble domowe odłowione na terenie przemysłowym Śląska w ilości 57, zawierały średnio tylko $0,061 \pm 0,035$ ppm a odłowione na terenie Żuław Wiślanych samice wróbli — $0,214 \pm 0,504$ ppm. Wśród wróbli odłowionych na terenie Żuław 10% prób zawierało ponad 0,5 ppm rtęci. Analizie poddano ptaki wraz z piórami, tak że mogły one zawierać rtęć pobraną także w czasie zasiewów jesiennych. Na terenie Śląska, wobec braku upraw w bezpośrednim sąsiedztwie terenów odłowów jedynym źródłem skażenia rtęcią były skażenia ogólne [50] (tab. 3).

KADM (Cd)

Kadm jest pierwiastkiem toksycznym, powoduje zahamowanie wzrostu, uszkodzenie serca, wątroby, nerek, wpływa na układ systemiczny, hamuje działanie enzymów zastępując cynk i powoduje wiele innych zaburzeń [12, 18, 55]. Dd_{50} dla myszy wynosi 27 ppm [12] a nawet 5 ppm jako chlorek kadmu (cadmium chloride), dla szczurów jako siarczek kadmu (cadmium sulphide) nawet ponad 5000 ppm [8]. Ilość kadmu we wróblach domowych odławianych na Żuławach większa była w kwietniu, maju i czerwcu a mniejsza w okresie pierzenia się w sierpniu (tab. 3). Na tym terenie stwierdzono kadm w ilości od 1,0 do 1,8 ppm tylko u 9 wróbli, u jednego okazu odłowionego w dniu 5.VI. stwierdzono aż 23,8 ppm Cd. Z pominięciem tego jedyne go ekstremalnego wypadku średnia zawartość Cd w 246 wróblach z Żuław wynosiła $0,24 \pm 0,39$ ppm s.m., a zatem tyle co w miejscowości Kuzie (Puszcza Kurpiowska) w środowisku nieskażonym (średnia 0,30, max 0,43) [11]. We wróblach ze Śląska średnio w ilości $0,90 \pm 0,25$ ppm. Są to ilości odpowiednio 4- i 3-krotnie większe niż przyjmowane jako kontrolne, bez skażenia. We wróblach odławianych na Śląsku w pobliżu huty cynku, kadm występował w ilości średnio 1,7 ppm (1,1—2,3), a w centralnej Polsce średnio w ilości 0,24 ppm (0,15—0,29) [11]. Skażenia wróbli były większe niż skażenia *Corvus brachyrhynchos* (0,03 ppm) i *Sturnus vulgaris* (0,10 ppm) w South Dakota, USA [23]. W szpakach pozbawionych piór, nóg i dzioba w USA stwierdzono w 1971 r. $0,048 \pm 0,06$ a w 1973 r. $0,056 \pm 0,005$ ppm Cd a maksymalne 0,24 i 0,20 ppm, a więc niższe niż u nas [72]. Należy jednak pamiętać, że przy większych skażeniach duże ilości Cd odkładane są w piórach [11]. Osborn (1978) stwierdził największą ilość Cd w wątrobie szpaków w okresie pierzenia się, natomiast u badanych przez nas wróbli domowych ilości Cd w całym ptaku w okresie pierzenia się były mniejsze [50]. W mączkach mięsno-kostnych produkowanych w różnych województwach Polski ilość Cd wynosiła od 0,38 do 0,92. Jedynie na terenie województwa krakowskiego skażenie było większe i wynosiło od 1,68 do 2,61 [75]. Ilość Cd w analizowanych przez nas ptakach mieściła się także, poza pojedynczym przypadkiem 23,8 ppm, w powyższych granicach.

WPŁYW KADMU NA PTAKI

Kadm wdychany absorbowany jest w 10—40% [18], natomiast pobierany z pokarmem tylko w 2—8% [18, 60]. Jego ujemny wpływ na zwierzęta związany jest z oddziaływaniem na metabolizm Zn, Cu, Fe, P, Ca [2, 18]. Fowler, Jones, Brown i Haseman [1975] stwierdzili, że koncentracja Cd w nerkach szczura w ilości 1 ppm już jest związana ze zmianami chorobowymi. Koller, Exon i Roan (1975) podają analogiczne zmiany przy 3 ppm, inni autorzy nie stwierdzili zmian patologicznych nawet przy 12 ppm [8].

W eksperymentach prowadzonych na przepiórkach, kurach i kaczkach stwierdzono bardzo wysoką toksyczność Cd, ale dawki w pokarmie były bardzo wysokie: 75, 60, 150—200, 600 ppm. Po kilku dniach ptaki traciły apetyt, zahamowany był wzrost i rozwój gonad, zmniejszały ilość składanych jaj a nawet całkowicie przerywały, stwierdzono zmiany we krwi i wiele innych zmian chorobowych [3, 32, 55, 60]. U ptaków mor-

Tabela 3

Stężenie rtęci całkowitej w ciele wróbla (*Passer domesticus*) po wysuszeniu w ppm masy powietrzno suchej

Miejsce odłowu	Liczba ptaków	Zakres	Średnia i odchylenie standardowe	Procent przypadków różnych stężeń Hg				
				$0,0 < x \leq 0,05$	$0,05 < x \leq 0,5$	$0,5 < x \leq 1,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$2,0 < x$
Żuławy	233	0,080—4,600	$0,214 \pm 0,504$	33,9	56,2	6,4	1,7	1,7
Wisłane	57	0,010—0,208	$0,060 \pm 0,037$	33,3	66,7	—	—	—

wg Pinowska, Krasnicki, Pinowski 1981.

skich łapanych na swobodzie i zdrowych stwierdzono bardzo wysokie koncentracje Cd w wątrobach i nerkach, odpowiednio 49 i 240 ppm [11], a więc ilości, które już mogą działać toksycznie.

Wyniki naszych analiz zawartości kadmu w całych ptakach, zwłaszcza odławianych na Śląsku [50], częściowo pokrywają się z analogicznymi analizami całych ptaków podanych przez Dmowskiego i Karolewskiego (1979) a zatem zawartość Cd w wątrobach mogła być rzędu kilku ppm i dlatego nie można wykluczyć oddziaływania toksycznego stwierdzonych przez nas skażeń.

LITERATURA

- [1] Anderson D. W., Hickey J. J. — *Eggshell changes in certain North American birds*, Proc. of the XVth Intern. Ornith. Congr., Hague, 514—540, 1972.
- [2] Anke M., Henning A., Groppe B., Lüdke H. — *Der Einfluss des Kadmiums auf das Wachstum, die ortophlanzungsleistung und den Eisen-, Zink- und Kupferstoffwechsel*, Arch. exper. Vet. Med., 25, 799—803, 1971.
- [3] Borg K., Wanntorp H., Erne K., Hanko E. — *Alkyl mercury poisoning in terrestrial Swedish wildlife*, Viltrevy 6, 301—379, 1969.
- [4] Borg K., Erne K., Hanko E., Wanntorp H. — *Experimental secondary methyl mercury poisoning in the Goshawk (Accipiter g. gentilis L.)*, Environ. Pollut., 1, 91—104, 1970.
- [5] Byrdy St., Fulde S. — *Wpływ stosowania zapraw rtęciowych na poziom skażenia środowiska oraz zamierzenia przemysłu chemicznego w zakresie produkcji zapraw*, Nowe Rolnictwo, 21, 5—8, 1972.
- [6] Byrdy St., Fulde S. — *Wpływ stosowania zapraw rtęciowych na poziom skażenia środowiska oraz zamierzenia przemysłu chemicznego w zakresie produkcji zapraw*, Pestycydy, 1, 85—96, 1974.
- [7] Byrdy St., Górecki K., Łaszcze E. — *Pestycydy*, PWRiL, 344 str., 1976.
- [8] Cadmium — Report of a Working Group of Experts prepared for the Commission of the European Communities, Directorat-General for Social Affairs, Health and Safety Directorate, Publ. for the Commission of the European Communities, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt, 202 pp. 1978.
- [9] Cooke A. S. — *Shell thinning in avian eggs by environmental pollutants*, Environ. Pollut. 4, 85—152, 1973.
- [10] Czaplińska K. *Analiza pokarmu sowy uszatej (Asio otus L.) w środowisku podmiejskim i pozamiejskim*, Praca magisterska, Uniwersytet Warszawski, 1979.
- [11] Dmowski K., Karolewski M. A. — *Cumulation of zink, cadmium and lead in invertebrates and in some vertebrates according to the degree of an area contamination*, Ekol. Pol. 27, 1979.
- [12] Dulka J. J., Risby T. H. — *Ultratrace metals in some environmental and biological systems*, Analytic chemistry, 48, 640A—653A, 1976.
- [13] Fimreite N. — *Effects of methyl mercury treated feed on the mortality and growth of leghorn cockerels*, Can. J. Anim. Sci. 50, 387—389, 1970.
- [14] Fimreite N. — *Effects of dietary methylmercury on ringnecked pheasants*, Can. Wildlife Service, Occasional Paper No. 9, 39 str. 1971.
- [15] Fimreite N., Karstad L. — *Effects of dietary methyl mercury on red-tailed hawks*, Journ. Wildl. Magmt., 35, 293—300, 1971.
- [16] Finley M. T., Stendell R. C. — *Survival and reproductive success of black ducks fed methyl mercury*, Environ. Pollut. 16, 51—64, 1978.

- [17] Fowler B. A., Jones H. S., Bown H. W., Haseman J. K. — *The morphologic effects of chronic cadmium administration on the renal vasculature of rats given low and normal calcium diets*, *Tox. Appl. Pharmacol.*, 34, 233, 1975.
- [18] Friberg L., Piscator M., Nordberg G., Kjellström T. — *Cadmium in the environment*, CRC Press, Cleveland, 248 str., 1974.
- [19] Friberg L., Vostal J. — *General discussion and conclusion need for further research, w Mercury in the environment*, Eds. Friberg L., Vostal J., CRC Press, Cleveland, 113—138, 1972.
- [20] Gardiner E. E. — *Differences between ducks, pheasant, and chickens in tissue mercury retention, depletion, and tolerance to increasing levels of dietary mercury*, *Can. J. Anim. Sci.* 52, 419—423, 1972.
- [21] Gardiner E. E., Hironaka R., Slen S. B. — *Growth, feed efficiency and levels of mercury in tissue of two breeds of chickens fed methyl mercury dicyandiamide*, *Can. J. Anim. Sci.*, 51, 657—662, 1971.
- [22] Graber R. — *Food and oxygen consumption in three species of owls (Strigidae)*, *Condor* 64, 473—487, 1962.
- [23] Greichus Y. A., Gueck B. D., Ammann B. D. — *Fish. Wildlife and estuaries, Pesticides Monitoring J.* 12, 4—7, 1978.
- [24] Harrison C. J. — *The food of some urban tawny owls*, *Bird Study* 7, 236—240, 1960.
- [25] Heinz G. — *Effects of low dietary levels of methyl mercury on mallard reproduction*, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 11, 386—392, 1974.
- [26] Heinz G. — *Effects of methylmercury on approach and avoidance behavior of mallard ducklings*, *Toxicol.* 13, 554—564, 1975.
- [27] Heinz G. — *Methylmercury: second-year feeding effects on mallard reproduction and duckling behavior*, *Journ. Wildl. Manage.* 40, 82—90, 1976.
- [28] Heinz G. — *Methylmercury: reproductive and behavioral effects on three generations of mallard ducks*, *J. Wildl. Manage.* 43, 394—401, 1979.
- [29] Heinz G., Locke L. — *Brain lesions in mallard ducklings from parents fed methylmercury*, *Avian Disease* 20, 9—17, 1976.
- [30] Hill E. F., Shaffner C. S. — *Sexual maturation and productivity of Japanese Quail fed graded concentrations of mercuric chloridiae*, *Poultry Sci.* 55, 1449—1459, 1976.
- [31] Henning A., Georgi K., Jeroch H. — *Zur kontrazeptiven Wirkung des Cadmiums*, *Arch. Exper. Vet. Med.* 25, 793—798, 1971.
- [32] Henning A., Rothe K., Lühmann P., Anke M. — *Versuchsergebnisse über die „unblutige Kastration“ männlicher Tiere durch Cadmium*, *Tierzucht*, 23, 572, 1969.
- [33] Jabłoński B. — *Estimation of birds abundance in large areas*, *Acta Ornithol.* 16, 23—76, 1976.
- [34] Jensen S., Johnels A. G., Olsson M., Westermark T. — *The avifauna of Sweden as indicators of environmental contamination with mercury and chlorinated hydrocarbons*, *Proc. of XVth Intern. Ornith. Congress*, Hague, 455—465, 1972.
- [35] Juskiewicz T., Szprengier T. — *Losy rtęci w środowisku, organizmie zwierząt i ludzi*, *Postępy Nauk Rolniczych* 3, 99—118, 1978.
- [36] Keith J., Gruchy I. M. — *Residue levels of chemical pollutants in North American birdlife*, *Proc. of the XVth Intern. Ornith. Congress*, Hague, 437—454, 1972.
- [37] Koeman J. H., Garssen-Hoekstra J., Pels., de Goeij J. — *Poisoning of birds prey by methyl mercury compounds*, *Meded. Fakult. Landbouwwetenschappen*, Gent. 36, 43—49, 1971.

- [38] Koeman J., Vink J. A., Goeij J. — *Causes of mortality in birds of prey and owls in the Netherlands in the winter of 1968—1969*, Ardea 57, 67—76, 1969.
- [39] Koller L. D., Exon J. H., Roan J. — *Antipody suppression by cadmium*, Arch. Environ. Health. 30, 598, 1975.
- [40] Kwiatkowski M., Stefaniak H., Żołędziowska J. — *Ocena skażenia środowiska biologicznego w Polsce związkami rtęci*, Referat na Konferencji Zespołu Integracji Metod Ochrony Roślin KNiT, Warszawa, VI, 1971.
- [41] Malmberg T. — *Pesticide influence on same bird population fluctuations*, maszynopis, 53 str., 1971.
- [42] Malmberg T. — *Pesticides and the rook Corvus frugilegus in Scania Sweden between 1955—1970*, Oikos 24, 377—387, 1973.
- [43] Miller A. L., Klavano P. A., Csonka E. — *Absorption, distribution and excretion phenylmercuric acetate*, Toxicol. Appl. Pharmacol. 2, 344—352, 1960.
- [44] Mullins W. H., Bizeau E. G., Benson W. — *Effects of phenyl mercury on captive game farm pheasants*, Journ. Wildl. Manage. 41, 302—308, 1977.
- [45] Murton R. K., Vizoso M. — *Dressed cereal seed as a hazard to wood-pigeons*, Ann. appl. Biol. 52, 503—517, 1963.
- [46] Nordberg G. F., Skerfving S. — *Metabolism, w Mercury in the environments*, Eds. Friberg L., Vostal J., CRC Press, Cleveland, 29—90, 1972.
- [47] Opdam P. — *Feeding ecology of a sparrowhawk population (Accipiter nisus)*, Ardea 66, 137—155, 1979.
- [48] Osborn D. — *Toxic and essential heavy metals in bird*, Institute of Terrestrial Ecology, Natural Environment Research Council, Annual Report, 53—56, 1978.
- [49] Pinowska B. — *Food of female house sparrows (Passer domesticus L.) in relation to stages of the nestling cycle*, Pol. Ecol. Stud. 1, 211—225, 1975.
- [50] Pinowska B., Kraśnicki K., Pinowski J. — *Estimation of the degree contamination of granivorous birds with heavy metals in agricultural and industrial landscape*, Ecol. Pol. 29, 137—149, 1981.
- [51] Poradnik Nawożenia i Ochrony Roślin, Biuro Wyd. „Chemia”, 344 str. 1979, praca zbiorowa.
- [52] Prestt J., Ratcliffe D. A. — *Effects of organochlorine insecticides on European birdlife*, Proc. of the XVth Intern. Ornith. Congress, Hague, 486—513, 1972.
- [53] Ratcliffe D. A. — *Decrease in eggshell weight in certain birds of prey*, Nature, Lond., 215, 208—210, 1967.
- [54] Ratcliffe D. A. — *Changes attributable to pesticides in eggs breakage frequency and eggshell thickness in some British birds*, Journ. appl. Ecol. 7, 67—115, 1970.
- [55] Richardson M. E., Spivey Fox M., and Fry B. — *Pathological changes produced in Japanese quail by ingestion of cadmium*, J. Nutr. 104, 323—338, 1974.
- [56] Ruprecht A. — *Analiza składu pokarmu płomykówki Tyto alba guttata (C.L.Br.) z Aleksandrowa Kuj., Ciechocinka i Raciążka w latach 1960—1961*, Zeszyty Naukowe Uniw. Mikołaja Kopernika w Toruniu, Nauki Mat.-Przyr. Zeszyt 9, Biol. 7, 45—66, 1964.
- [57] Ruprecht A. — *Food of the Barn owl, Tyto alba guttata (C.L.B.) from Kujawy*, Acta Ornith. 16, 493—511, 1979.
- [58] Saha J. G. — *Significance of mercury in the environment*, Residue Reviews 40, 103—163, 1972.

- [59] Sawicki K., Szymankiewicz J., Górską-Poczopko J. — *Możliwości produkcji nowych zapraw rtęciowych i bezrtęciowych*, Referat na Konf. Zespołu Integracji Metod Ochrony Roślin KNiT, Warszawa, VI, 1971.
- [60] Sell J. L. — *Cadmium and the laying hen: apparent absorption, tissue distribution and virtual absence of transfer into eggs*, Poultry Sci. 54, 1674—1678, 1975.
- [61] Serafiński W. — *Ssaki Polski*, Warszawa, PZWS, 103 str. 1965.
- [62] Skerfving S., Vostal J. — *Symptoms and signs of intoxication*, w *Mercury in the environment*, Eds. Friberg L., Vostal J. CRC Press, Cleveland, 93—112, 1972.
- [63] Slijper H. J. — *Enkele gegevens over het gewicht on de dagelijkse voedselhoeveelheid van de Torenvalk (Falco tinnunculus)*, Limosa, 33, 54—57, 1960.
- [64] Swensson A., Ulfvarson U. — *Investigations on the toxic effects of different mercury compounds on young white leghorn cocks*, Poultry Sci. 48, 1567—1574, 1969.
- [65] Stoewsand G. S., Anderson J. L., Gutenmann W. H., Bache C. A., Lisk D. L. — *Eggshel thinning in Japanese Quail fed mercuric chloridæ*, Science 173, 1030—1031, 1971.
- [66] Szczepski J. B., Kozłowski P. — *Pomocnicze tabele ornitologiczne*, Warszawa, PWN, 155 str. 1953.
- [67] Tejning S. — *Biological effects of methyl and etyl mercury compounds used as disinfectants for seedgrain on domestic and wildlife*, Meded. Fakult. Landbouwwetenschappen Gent, 36, 50—57, 1971.
- [68] Tinbergen L. — *De Sperwer als roofvijand van zangvogels*, Ardea, 34, 1—213, 1946.
- [69] Tomiałojć L. — *Ptaki Polski — wykaz gatunków i rozmieszczenie*, PWN, Warszawa, 1972.
- [70] Uttendorfer O. — *Die Ernährung der deutschen Raubvögel und Eulen und ihre Bedeutung in der heimischen Natur*, Naudam, 412 str. 1939.
- [71] Uttendorfer O. — *Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greivögel und Eulen*, Bugen Ulmer-Stuttgart/z Z. Ludwigsburg, 230 str. 1952.
- [72] White D., Bean J. R., Longcore J. R. — *Nationwide residues of mercury, lead, cadmium, arsenic and selenium in starlings*, 1973, Pesticides Monitoring Journ. 11, 35—39, 1977.
- [73] Witkowski J. — *Obserwacje nad biologią pustulki, Falco t. tinnunculus L. w środowisku miejskim*, Acta Univ. Vratislaviensis, Pr. zool., Wrocław 3, 55—73, 1962.
- [74] Wołk K. — *Z badań nad odżywianiem płomykówki Tyto alba (Scop.)*, Przegląd Zool. 9, 404—407, 1965.
- [75] Żmudzki J. — *Zawartość ołowiu, kadmu, cynku, żelaza i miedzi w paszowych mączkach zwierzęcych*, Med. Wet. 31, 351—352, 1975.

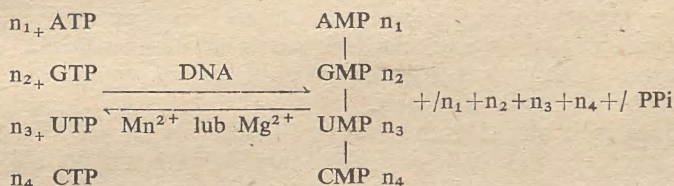
STANISŁAW GRZESIUK, KRZYSZTOF KULKA

Instytut Biologii Roślin

AR-T w Olsztynie

KWASY NUKLEINOWE W FORMOWANIU I DOJRZEWANIU NASION

Proces biosyntezy kwasów rybonuklenowych jest katalizowany przez trzy zasadnicze typy polimeraz RNA (I, II i III) występujących w jądrze komórkowym [30]. Dla przebiegu reakcji katalizowanych przez każdą z tych polimeraz niezbędna jest obecność czterech rybonukleozydo-5-trifosforanów, DNA i kationów dwuwartościowych, Mg^{2+} lub Mn^{2+} . Sumaryczny wzór reakcji katalizowanych przez polimerazy RNA jest następujący:



Polimerazy typu I występują w jąderku i katalizują transkrypcję sekwencji rybosomalnych. Polimerazy RNA II występują w nukleoplazmie, katalizując transkrypcję unikalnych sekwencji DNA, które stanowią przypuszczalnie prekursor mRNA. Polimerazy RNA typu III wykryto zarówno w nukleoplazmie jak i w cytoplazmie. Uczestniczą one prawdopodobnie w transkrypcji genów tRNA i 5S RNA. Obecność wymienionych polimeraz stwierdzono w zarodkach ziarniaków (pszenicy i żyta), bielmie kukurydzy i nasionach grochu [9, 21, 30].

Rozpatrzmy następnie przebieg biosyntezy zasadniczych typów RNA u organizmów eukariotycznych obejmujących rośliny wyższe.

Wszystkie poznane dotychczas informacyjne RNA eukariotów zaliczamy do monocistronowych mRNA. Oznacza to, że poszczególne mRNA zawierają informację wystarczającą do syntezy tylko jednego polipeptydu [14]. Informacyjne mRNA cechuje ponadto obecność zablokowanego, zmetylowanego końca 5', poliadenylacja końca 3' oraz zdolność do wiązania się z określonymi białkami. Sekwencje poli (A) wykryto w mRNA dojrzewających, spoczynkowych i kiełkujących nasion [4, 10].

W pierwszym etapie biosyntezy mRNA przebiegającym w jądrze komórkowym formują się olbrzymie cząsteczki pro-mRNA (tzw. prekursorowe mRNA), które wiążą się następnie ze specyficznymi białkami globularnymi (infoferami). Sformowane w nukleoplazmie cząsteczki pre-mRNA są nietrwałe, ulegając pod wpływem nukleaz częściowej degradacji na mniejsze fragmenty. Następnie do odcinków zawierających

sekwencje mRNA (do końca 3') przyłączają się kowalencyjnie łańcuchy poliadenylanowe — poli (A). W rezultacie tych przemian tylko cząsteczki mRNA zawierające sekwencje informacyjne oraz prawdopodobnie białka dołączone do odcinków adenylanowych przechodzą przez błonę jądrową do cytoplazmy, gdzie natychmiast wiążą się ze specyficznymi białkami, tworząc kompleksy rybonukleoproteidowe. Istnieją sugestie, że poli (A) odgrywa istotną rolę w stabilizowaniu struktury mRNA w polisomach oraz w przemianach i transporcie mRNA z jądra do cytoplazmy [14]. Kompleksy białkowe mRNA (informosomy) występują w cytoplazmie w stanie wolnym bądź wiążą się z pojednostkami rybosomowymi ulegając translacji. Przypuszcza się, że białka związane z mRNA pełnią rolę ochronną, zabezpieczając cząsteczki informacyjnego RNA przed niepożądanym rozkładem.

Biosynteza rybosomowych RNA (rRNA) przebiega w obrębie chromatydy związanej z jądrem. Pierwotnym produktem transkrypcji genów rRNA jest prekursorowy rRNA o stałej sedymentacji 40—45S. Proces dojrzewania wysokocząsteczkowego RNA określane również mianem „obróbki” potranskrypcyjnej obejmuje trzy zasadnicze typy reakcji: enzymatyczną degradację nadmiaru sekwencji polinukleotydowych w 45S rRNA, metylację niektórych nukleotydów oraz proces zespalania się rRNA z różnorodnymi białkami. Łączenie się rRNA z białkami na terenie jąderka prowadzi do powstania cząstek rybonukleoproteidowych (RNP) będących prekursorami podjednostek strukturalnych rybosomów.

Dojrzewaniu potranskrypcyjnemu podlega również tRNA, proces ten jest dotychczas mało poznany.

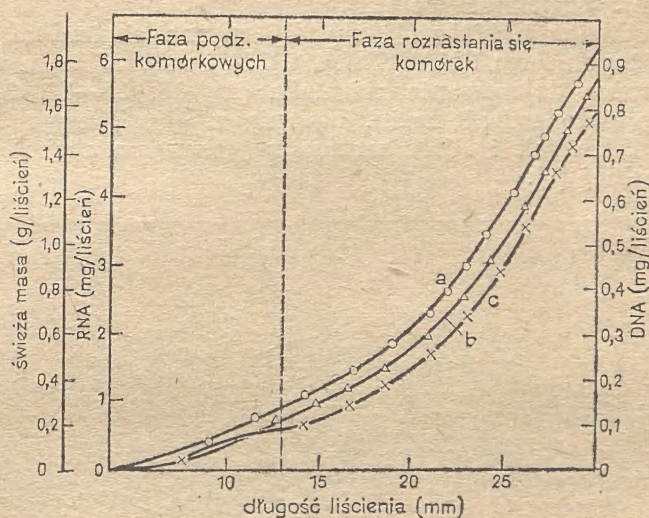
W rozwijających się, dojrzewających i dojrziałych nasionach wykryto różne typy cząstek rybonukleoproteidowych [4, 6, 18, 28, 29]. Są nimi: rybosomy i ich podjednostki, polirybosomy wolne i związane, cytoplazmatyczne informosomy, jądrowe informosomy oraz prekursorowe rRNA związane z białkiem. Warto podkreślić, że nagromadzające się w zarodkach dojrzewających nasion cytoplazmatyczne informosomy [2] są następnie wykorzystywane w procesie biosyntezy białka podczas wczesnej fazy kiełkowania [10, 18].

Przebieg biosyntezy kwasów nukleinowych najszerzej zbadano dotychczas w formujących się i dojrzewających nasionach roślin strączkowych (groch, fasola, bób, soja i łubin) oraz w rozwijających się ziarniakach zbóż (żyto, pszenica, owies, jęczmień, kukurydza i sorgo).

W pierwszej fazie rozwoju nasion roślin strączkowych nagromadzenie się ilości DNA i RNA w zarodkach (osiach zarodkowych i liścieniach) przebiega równolegle do natężenia podziałów komórkowych [8, 9, 13, 31, 34, 35]. Po wygaśnięciu podziałów komórkowych w zarodku (co obserwuje się u wielu gatunków przed zakończeniem pierwszej połowy embriogenezy; liścienie osiągają wówczas w przybliżeniu szóstą część swojej końcowej świeżej masy) biosynteza obu typów kwasów nukleinowych trwa nadal (rys. 1). Proces biosyntezy DNA dokonujący się w liścieniach w okresie elongacji komórek nazywamy endoreduplikacją. Zjawisku temu towarzyszy wyraźny wzrost objętości jąder komórkowych [32].

W wyniku endoreduplikacji ilość DNA jądrowego (w przeliczeniu na komórkę) w komórkach rozwijających się liścieni systematycznie wzrasta, osiągając np. dla nasion różnych gatunków i odmian grochu 16—64C [8, 13]; symbol 2C oznacza taką ilość DNA, którą zawiera jądro diploidalne, 4C — tetraploidalne itp. To interesujące zagadnienie

poliploidyzacji komórek liścieni roślin strączkowych warto zilustrować bardziej szczegółowo na przykładzie formujących się nasion bobu [32]. Cytowani autorzy stwierdzili, że w każdym formującym się liścieniu bobu końcowa liczba komórek osiąga poziom $2,8 \times 10^6$. Po zakończeniu podziałów komórkowych w okresie rozrostu komórek następuje w liścieniu 8–12-krotny wzrost ilości jądrowego DNA. Przed endoreduplikacją masa DNA (w przeliczeniu na komórkę) wynosiła $4,5 \times 10^{-11}$ g (2C), zaś po endoreduplikacji $33,2 \times 10^{-11}$ g (16C). Wysoki stopień poliploidyzacji osiągają komórki liścieni w początkowym okresie intensywnego gromadzenia białek zapasowych i skrobi. Prawdopodobnie wielokrotne zwiększenie liczby genów w komórkach liścieni jest potrzebne dla wzmożonej biosyntezy RNA i białek [8, 13, 31]. Wysiada się również sugestia, że DNA wytworzony w toku endoreduplikacji stanowi formę zapasową nukleotydów (po hydrolizie enzymatycznej DNA), które byłyby następnie wykorzystywane przez rosnący zarodek podczas kiełkowania. U nasion grochu w okresie kiełkowania stwierdzono spadek zawartości DNA w komórkach liścieni do wartości 2C [13].



Rys. 1. Zmiany ilości kwasów nukleinowych w rozwijających się nasionach bobu
a — świeża masa, b — DNA, c — RNA [32]

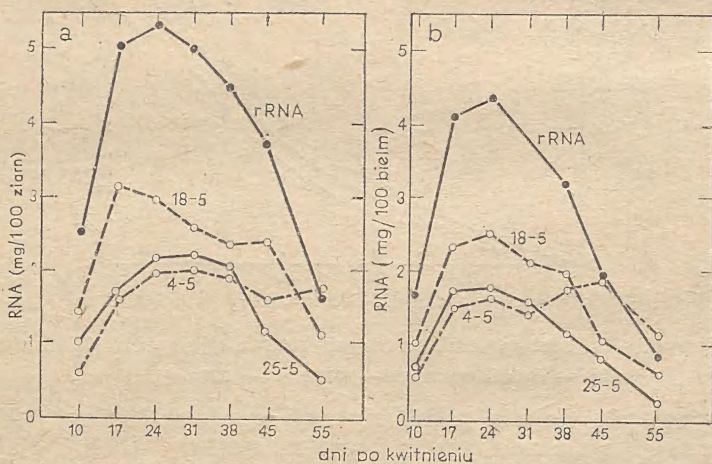
Zwiększanie się stopnia poliploidyzacji komórek liścieni podczas rozwoju nasiona jest skorelowane z tempem syntezy RNA i białek zapasowych. Ilość rybosomalnego RNA (25S, 18S i 5S) oraz tRNA (w przeliczeniu na komórkę) wzrasta wielokrotnie w liścieniach (a także osiach zarodkowych) dojrzewających nasion wkrótce po zakończeniu podziałów komórkowych [8, 13, 32]. Stwierdzono ponadto, że stosunek liczby cząsteczek rRNA/DNA oraz rRNA/tRNA w rozwijających się liścieniach jest stały, przy czym na jeden rybosom przypada 15 cząsteczek tRNA [13]. Wzrost ilości rRNA w liścieniach, w okresie poprzedzającym intensywne gromadzenie białek zapasowych (wicilin i legumin) jest praktycznie równoznaczny ze zwiększeniem się w komórkach liczby rybosomów. Potwierdzają to obserwacje mikroskopowe przeprowadzone na skrawkach liścieni [3, 18, 31]. Sądzi się, że rybosomy te włączają się aktywnie w biosyntezę białek zapasowych. Warto dodać, że sformowane w pierw-

szej połowie embriogenezy rybosomy zachowują swą potencjalną aktywność przez cały okres dojrzewania nasion [5].

Jak już nadmieniono proces transkrypcji rRNA przebiegający w komórkach liścieni jest katalizowany przez jąderkową (związaną z chromatiną) polimerazę RNA (tzw. polimerazę RNA I). Ostatnio stwierdzono, że aktywność tego enzymu wzrasta w liścieniach (w przeliczeniu na komórkę) dojrzewających nasion grochu podczas podziałów komórek oraz ich elongacji [8].

W dojrzewających ziarniakach zbóż (żyto, pszenica, owies, kukurydza) ilość DNA i RNA (w przeliczeniu na ziarniak) wzrasta, osiągając maksimum na początku fazy dojrzałości woskowej [11, 22, 24—27, 36, 37]. Warto podkreślić, że wysokobiałkowe odmiany zbóż (np. pszenicy) syntetyzują większe ilości rRNA (w przeliczeniu na komórkę i ziarniak) w porównaniu z niskobiałkowymi [11]. Również w bielmie formujących się ziarniaków kukurydzy tempo biosyntezy rybosomalnego RNA jest o 30% wyższe niż u mutantu opaque-2 [23]. Wykazano także, że wysokobiałkowe formy zbóż zawierają w komórkach ziarniaków większą liczbę rybosomów niż niskobiałkowe [11].

Badając oddzielnie bielmo i zarodki można stwierdzić, że synteza DNA oraz różnych form RNA (rRNA, tRNA i mRNA) trwa w zarodkach prawie do końca dojrzewania ziarniaka [12, 13, 15—17, 27, 36]. Prawidłowość tę potwierdzają m.in. badania z ^{32}P , którego inkorporacja zarówno do DNA jak i RNA zarodków jęczmienia zachodzi do końca dojrzałości pełnej [7].



Rys. 2. Zmiany zawartości frakcji RNA pszenicy
a — całe ziarno, b — ziarno pozbawione zarodków (bielmo) [36]

W bielmie zbóż proces biosyntezy DNA i RNA przebiega równolegle do natężenia podziałów komórkowych, kończąc się pod koniec pierwszej części okresu formowania się ziarna, tj. po ok. 20 dniach od momentu zapylenia [11, 20, 23, 26, 37]. W drugiej połowie dojrzewania ziarniaków, obejmującej fazę dojrzałości woskowej i pełnej obserwuje się w bielmie raptowne obniżenie ilości obu typów rRNA [11, 20, 36] (rys. 2). Warto podkreślić, że zmniejszaniu się ilości obu frakcji rRNA (17 i 25S) nie towarzyszy wzrost absolutnej ilości (w przeliczeniu wyników na ziarniak) 4S RNA (rys. 2). Oznacza to, że rRNA jest wówczas degradowany

w bielmie do produktów niskocząsteczkowych, prawdopodobnie do mono- i oligonukleotydów.

Z przedstawionych powyżej danych wynika, że postępującemu starzeniu się bielma w końcowej fazie formowania się ziarna towarzyszy degradacja przynajmniej części rybosomów. Istotnie w skrobiowej strefie bielma dojrzałych ziarniaków zbóż nie udało się dotychczas wykryć rybosomów [1]. Należy dodać, że komórki zarodka i warstwy aleuronowej bielma zachowują wówczas rybosomy w pełni aktywne o niezmienionej strukturze [1, 13, 18].

Niniejsze rozważania warto uzupełnić informacją, że w rozwijającym się całym ziarnie sorga zmienia się znacznie skład nukleotydowy rRNA [22] (tab. 1).

Tabela 1

Skład nukleotydowy rRNA (procenty molowe) w różnych fazach rozwoju ziarna sorga [22]

Nukleotyd	Dni po wykoszeniu			
	10	17	24	31
AMP	28,60	24,50	24,28	17,00
GMP	28,89	28,51	27,46	32,08
CMP	21,60	22,29	23,50	27,00
UMP	19,41	23,81	23,50	23,12
Fosforan pseudo-urydyny	1,00	0,88	1,18	0,80

Źródłem nukleotydów dla syntezy RNA i DNA w dojrzewających nasionach są zapewne liście, w których nukleotydy powstają ze związków prostszych. Nie wykluczona jest jednak możliwość powstawania nukleotydów w samych nasionach, zwłaszcza we wczesnym okresie ich formowania się [19, 33]. Zmiany zawartości wolnych nukleotydów w dojrzewającym ziarnie pszenicy przedstawia tab. 2. Zawartość nukleotydów

Tabela 2

Skład wolnych nukleotydów w dojrzewających ziarnach pszenicy [19]

Nazwa nukleotydu	12 dni po kwitnieniu		32 dni po kwitnieniu	
	nmol/g świeżej masy	nmol/ziarniak	nmol/g świeżej masy	nmol/ziarniak
NAD	99	4,5	40	3,1
AMP	15	0,7	32	2,5
ADP	72	3,3	62	4,8
ATP	304	13,9	122	9,5
ADP-glukoza	106	4,8	101	7,8
UMP	25	1,2	8	0,6
UDP	204	9,3	57	4,4
UTP	254	11,6	18	1,4
UDP-glukoza	350	16,0	204	15,8

($\mu\text{g/kg}$ świeżej masy) w ziarnie ryżu znajdującym się w fazie dojrzałości mlecznej jest następująca[33]: AMP — 30, NADP — 18, GMP — 31, UMP — 67, ADP — 72, UDPG — 56, GDP — 7, UDP — 67, ATP — 84, GTP — 8 i UTP — 50.

LITERATURA

- [1] Abdul-Baki A. A., Baker J. E.: *Seed Sci. Technol.* 1, 88—126, 1973.
- [2] Ajthożin M. A., Doschanov K. J., Akhanov A. U. — *FEBS Letters* 66, 124—126, 1976.
- [3] Bain J. M., Mercer F. V.: *Austral. J. Biol. Sci.*, 49—67, 1966.
- [4] Beachy R. N., Thompson J. F., Madison J. T.: *Plant Physiol.*, 61 139—144, 1978.
- [5] Beevers L., Poulson R.: *Plant Physiol.*, 49, 476—481, 1972.
- [6] Burr B., Burr F. A.: *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 73, 515—519, 1976.
- [7] Chang Chong W.: *Nature*, 198, 1167—1169, 1963.
- [8] Cullis C. A.: *Planta (Berl.)*, 131, 293—298, 1976.
- [9] Davies D. R., Brewster V.: *Planta (Berl.)*, 124, 303—309, 1975.
- [10] Delsency M., Aspart L., Guitton Y.: *Planta (Berl.)*, 135, 119—124, 1977.
- [11] Donovan G. R., Loe J. W., Hill R. D.: *Cereal Chem.*, 54, 638—656, 1977.
- [12] Duffus C. M., Rosie R.: *Phytochemistry*, 14, 319—232, 1975.
- [13] Dure L. S.: *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 26, 259—278, 1975.
- [14] Filipowicz W.: *Post. Biochem.* 23, 21—60, 1977.
- [15] Górecki R.: *Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. Biol.*, 24, 403—407, 1976.
- [16] Górecki R., Grzesiuk S.: *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, 202, 51—65, 1978.
- [17] Górecki R., Grzesiuk S., Rejowski A.: *Acta Soc. Bot. Polan.*, 24, 691—700, 1977.
- [18] Gumilewskaja N. A.: W: *Rastitelnyje bielki i ich biosintez* red. W. L. Kretowicz, Izd. „Nauka”, Moskwa, 1975.
- [19] Jenner G. F.: *Plant Physiol.*, 43, 41—49, 1968.
- [20] Jennings A. C., Morton R. K.: *Austral. J. Biol. Sci.*, 16, 332—341, 1963.
- [21] Jądrisak J., Becker W. M.: *Biochim. Biophys. Acta*, 319, 48—54, 1973.
- [22] Johari R. P., Mehta S. L., Nalik M. S.: *Phytochemistry*, 16, 19—24, 1977.
- [23] Jones R. A., Larkins B. A., Rsai C. Y.: *Plant Physiol.*, 59, 525—529 i 733—737.
- [24] Kulka K.: *Acta Soc. Bot. Polan.*, 35, 17—24 i 59—68, 1966.
- [25] Kulka K.: *Biul. IHAR* 138, 55—67, 1980.
- [26] Kulka K., Grzesiuk S.: *Post. Nauk Roln.* 1, 53—80, 1978.
- [27] Kulka K., Sójka S., Weidner S.: *Hod. Rośl. Aklim.* 21, 431—439, 1977.
- [28] Larkins B. A., Bracker C. E., Tsai C. Y.: *Plant Physiol.*, 57, 740—745, 1976.
- [29] Larkins B. A., Tsai C. Y.: *Plant Physiol.*, 60, 482—485, 1977.
- [30] Mazus' B.: *Post. Biochem.*, 23, 347—378, 1977.
- [31] Millerd A.: *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 26, 53—72, 1975.
- [32] Millerd A., Whitfeld P. R.: *Plant Physiol.*, 51, 1005—1011, 1973.
- [33] Owczarow K. E.: *Fizjologia formirowanija i prorastanija siemjan*, Izd. „Kolos”, Moskwa, 1976.
- [34] Smith D. L.: *Ann. Bot.*, 37, 795—804, 1973.
- [35] Walbor V.: *Planta*, 108, 161—171, 1972.
- [36] Weidner S., Kulka K.: *Acta Soc. Bot. Pol.*, 48, 501—510, 1979.
- [37] Weidner S., Kulka K., Makowski W.: *Hod. Rośl. Aklim.*, 23, 179—188, 1979.

JÓZEF BANASZAK, KRZYSZTOF KASPRZAK

Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN
Poznań

PROBLEMY GOSPODAROWANIA NA OBSZARACH WIEJSKICH

Zagadnienie jakości środowiska przyrodniczego, tradycyjnie pozostającego w sferze działalności przyrodników, coraz częściej staje się przedmiotem zainteresowania również specjalistów innych dyscyplin naukowych, zwłaszcza socjologów, architektów, planistów, ekonomistów, prawników i techników. Przykładem wzrostu zainteresowania tym zagadnieniem, jaki daje się obserwować w ostatnich kilku latach, są interdyscyplinarne spotkania poświęcone szeroko rozumianej gospodarce na obszarach wiejskich. Zainaugurowane one zostały w 1978 r. ogólnokrajowym Forum dyskusyjnym w Szczecinie [4] i kontynuowane były w latach następnych w Tucznie [6], Jadwisinie [11], Krakowie [1], Wrocławiu [5] i Dymaczewie [3]. Wszystkie spotkania, mające charakter roboczych dyskusji, poświęcone były bardzo aktualnym w ostatnich latach w naszym kraju problemom szeroko rozumianej gospodarki rolnej, a zwłaszcza zagadnieniom kompleksowej ochrony środowiska przyrodniczego obszarów wiejskich. Efektem wspólnych działań, mających na celu zintegrowanie całości problematyki badań terenów rolniczych i wypracowanie koncepcji rolnictwa ekologicznego, jest między innymi opracowanie interdyscyplinarnego programu badawczego „Przyrodnicze podstawy rozwoju rolnictwa i gospodarowania na obszarach wiejskich” na lata 1981—1985. Waga poruszanych zagadnień, jak też ich aktualność w obecnej chwili stwarzają konieczność zaprezentowania ich ogółowi przyrodników.

Artykuł stanowi syntetyczne omówienie całości przedstawionych na wyżej wspomnianych spotkaniach referatów, wystąpień autorskich i dyskusji na temat problemów związanych z prawidłowym gospodarowaniem i ochroną obszarów wiejskich.

1. NAUKOWE PODSTAWY ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO

Koncepcja rolnictwa ekologicznego przedstawiona została w niniejszym artykule głównie na podstawie opracowania L. Ryszkowskiego [10], w którym autor, opierając się między innymi na wynikach interdyscyplinarnych badań prowadzonych i koordynowanych przez Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN w Poznaniu oraz najnowszą literaturę światową, przedstawił analizę funkcjonalną pól uprawnych oraz krótki szkic ekologicznych zasad gospodarki rolnej. Po raz pierwszy koncepcja rolnictwa ekologicznego przedstawiona została przez L. Ryszkowskiego na dyskusyjnym Forum w Szczecinie. Koncepcja ta wynika ze współczesnych osiągnięć ekologii wskazujących, że opracowanie syntetycznego modelu funkcjonowania krajobrazu powinno opierać się na badaniach przepływu energii i krążenia materii oraz mechanizmów ich regulacji. Rol-

nictwo ekologiczne, wyrastające z rolnictwa biologicznego, jest jego rozszerzeniem, ponieważ opiera się na zrozumieniu ogólnych zasad funkcjonowania przyrody. Przeciwwstawia się przede wszystkim nieograniczonej intensyfikacji produkcji rolnej i głosi, że należy dążyć nie do maksymalizacji zbiorów, lecz do ich optymalizacji. Doraźne efekty produkcji rolnej nie mogą być uzyskiwane kosztem degradacji środowiska przyrodniczego chociażby tylko dlatego, że rekultywacja tego środowiska przekracza wielokrotnie pod względem kosztów wszelkie uprzednio uzyskane zyski. Rozpoznanie prawidłowości krążenia materii oraz przepływu energii w całym krajobrazie rolniczym jest jednym z najważniejszych problemów stojących przed badaniami ekologicznymi związanymi z opracowaniem przyrodniczych podstaw gospodarki środowiskiem rolniczym. Dotychczasowe badania rolnicze, gleboznawcze, hydrologiczne i klimatyczne poświęcone są przede wszystkim ocenie różnych czynników i warunków wpływających na wielkość plonów. Brak jest natomiast całościowych funkcjonalnych charakterystyk nie tylko krajobrazu rolniczego, lecz także różnych typów agroekosystemów. Badania tego typu zainicjowane zostały w ostatnich latach przez Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN, koordynujący interdyscyplinarne badania różnych placówek naukowych w ramach programów Grupy Tematyczne „Ekologiczne efekty intensyfikacji rolnictwa” (1971—1975) i „Przyrodnicze zasady funkcjonowania krajobrazu rolniczego w warunkach intensywnej gospodarki rolnej w Wielkopolsce” (1976—1980).

Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika, że ekosystemy znajdujące się w tych samych warunkach geoklimatycznych i rozporządzające tymi samymi zasobami energii słonecznej wykazują przybliżoną wielkość produkcji pierwotnej. Ekosystemy naturalne, zwłaszcza lasy, stanowią zamknięte obiegi energii i materii, natomiast pola uprawne tworzą obieg otwarty. Zabiegi agrotechniczne zwiększając plany w małym stopniu wpływają na wzrost produkcji pierwotnej. Wzrost plonów, będący głównie wynikiem intensyfikacji rolnictwa, nie świadczy wcale o wzroście produkcji całej masy organicznej agroekosystemów. Wraz ze wzrostem plonów coraz większa część produkcji pierwotnej jest zabierana przez człowieka z agroekosystemów, co stwarza poważne problemy bilansu materii organicznej (próchnicy), na co jeszcze zbyt mało zwraca się uwagi. Rolnik zwiększając plony prowadzi jednocześnie do sytuacji, w której stosunek pozostających na polu wyprodukowanych zasobów materii organicznej do ilości materii rozłożonej w procesach respiracji coraz bardziej się zawęża. Określenie kosztów energetycznych odtworzenia rozłożonej w ciągu roku próchnicy wyznacza próg, po przekroczeniu którego intensyfikacja wzrostu plonów doprowadzi wcześniej lub później do degradacji gleby, a ile rolnictwo nie zadba specjalnie o utrzymanie bilansu materii organicznej gleby. Gospodarka na polach uprawnych nie dopuszcza także do rozwoju bardziej skomplikowanych zespołów roślinnych. W porównaniu do ekosystemów leśnych lub trawiastych mniej zróżnicowany jest ponadto świat zwierzęcy, a wśród mikroflory glebowej dominują bakterie. W rezultacie w agroekosystemach wykształca się mniej bujne życie oraz słabiej rozwinięta sieć wzajemnych powiązań pomiędzy organizmami.

Agroekosystemy charakteryzują się prostotą struktury, niskim stopniem zamknięcia obiegów małych cykli krążenia materii i niewielkim stopniem modyfikacji czynników klimatycznych [9]. Dodatkowo cechuje je korzystny rolniczo stosunek produkcji materii organicznej do pro-

cesów mineralizacji. Ostatnia właściwość agroekosystemów określa przyrodnicze warunki dla rolniczej działalności człowieka. Ważnym osiągnięciem współczesnej ekologii jest wykazanie, że agroekosystemy, charakteryzujące się maksymalną wydajnością produkcji, są bardzo często układami niestabilnymi, wymagającymi znacznych zewnętrznych nakładów energetycznych dla ich utrzymania i regeneracji. Ważną konsekwencją tej prawidłowości ekologicznej jest stwierdzenie, że podwyższenia zdolności regeneracyjnych krajobrazu rolniczego należy szukać w jego strukturze, a więc wielkości powierzchni i rozmieszczenia pól uprawnych, łąk, zadrzewień, zbiorników wodnych, cieków itp. U podstaw optymalizacji gospodarki rolnej, uwzględniającej efekty gospodarcze i środowiskowe leży zatem kształtowanie takiej struktury krajobrazu, która odpowiednio ukierunkuje drogi obiegu materii, uniemożliwiając szkodliwą kumulację różnych związków chemicznych.

Dotychczasowe technologie rolnicze nastawione są wyłącznie na rozwiązywanie problemów cząstkowych na obszarach wyizolowanych z całości krajobrazu rolniczego. Opierają się one ponadto w dużej mierze na zasadach technologii przemysłowych, a w małym stopniu uwzględniają zasady gospodarowania zasobami środowiska naturalnego, wynikające z osiągnięć nauk ekologicznych. Stosowanie nawozów mineralnych nie powinno opierać się na przykład tylko na rozpoznawaniu wyizolowanych relacji fizjologicznych między składnikami odżywczymi i roślinami, ale powinno być uzupełnione wiedzą o prawidłowościach obiegu materii w danym agroekosystemie. Brak badań analitycznych uniemożliwia zrozumienie mechanizmów określających przebieg całokształtu zjawisk związanych z obiegiem materii w krajobrazie rolniczym, a z kolei brak analiz syntetycznych uniemożliwia zrozumienie sprawności funkcjonalnej całego układu ekologicznego. Znaczenie integracyjne mają analizy energetyczne rolnictwa, umożliwiające zrozumienie powiązań pomiędzy poszczególnymi fizycznymi, chemicznymi i biologicznymi aspektami procesów zachodzących w przyrodzie. Dzięki analizom przepływu energii staje się także możliwe zespolenie analiz ekonomicznych i ekologicznych. Wiele z dotychczasowych trudno przeliczalnych na jednostki monetarne procesów lub zjawisk może być poddanych analizom ekonomicznym kiedy poznana będzie ich wydajność energetyczna.

2. PROBLEMY CHEMIZACJI ŚRODOWISKA ROLNICZEGO ORAZ UTYLIZACJI ŚCIEKÓW Z FERM PRZEMYSŁOWYCH

W pogoni za doraźnymi efektami ekonomicznymi bardzo często zapomina się o ujemnych skutkach intensyfikacji rolnictwa. Efekty nadmiernych dawek różnych środków chemicznych i jakże często niewłaściwie przeprowadzanych zabiegów są widoczne już dzisiaj, a ich ujemny wpływ odczują jeszcze pokolenia następne. Wraz z nawozami sztucznymi do środowiska wprowadzanych jest wiele pierwiastków i związków chemicznych toksycznych dla układów biologicznych. Opinie badaczy są jednak zgodne, że stosowanie nawozów sztucznych jest nieodzowne we współczesnym rolnictwie. Zakłada się nawet dwukrotny wzrost nawożenia mineralnego w niedalekiej przyszłości. Ocenia się możliwości większego niż dotychczas upowszechnienia stosowania nawozów mineralnych, zwłaszcza azotowych, o spowolnionym działaniu, które ulegałyby bardzopowolnemu rozpuszczaniu w miarę potrzeb roślin. Uniknie się

dzięki temu przenikania tych nawozów, szczególnie w postaci azotynów, do wód gruntowych i powierzchniowych. Do przyszłości należą też badania nad możliwością wyeliminowania z nawozów mineralnych w czasie obróbki technologicznej pierwiastków toksycznych. Uprawa szeregu roślin byłaby wręcz niemożliwa w określonych warunkach bez stosowania środków ochrony roślin. W Polsce w chwili obecnej zużywa się corocznie (1977) 57 102 t środków ochrony roślin [8], co w przeliczeniu na powierzchnię gruntów ornych daje $3,74 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ilości te nie są na razie groźne dla fauny i mikroflory glebowej. Mimo to niepokojącą rzeczą jest, że niektóre ze stosowanych związków nie mają działania ściśle wybiórczego i niszczą wiele organizmów glebowych. Ponadto niektóre środki ulegają detoksykacji przez długi okres zalegania w glebach. W takich przypadkach istnieje niebezpieczeństwo akumulacji tych związków w środowisku. Ważne jest także zagadnienie ochrony człowieka przed nieprzewidywanymi skutkami, jakie mogą się ujawniać w wyniku ciągłego i długotrwałego stosowania związków, szczególnie chloro- i fosforopochodnych używanych do ochrony roślin. W krajach, w których najwcześniej zastosowano tego rodzaju środki następuje jednak częściowy odwrót od nadmiernego ich stosowania. Wiele szkodników zwierzęcych lub grzybów i bakterii wywołujących choroby uodparnia się na pewne preparaty w wyniku ich długotrwałego stosowania. Nie można jednak całkowicie obejść się bez tych środków. Są one i będą z konieczności stosowane. Wymaga to jednak ogromnej odpowiedzialności służb ochrony roślin i producentów rolnych z jednocześnie nieprzerwaną kontrolą produktów prowadzoną przez stacje sanitarno-epidemiologiczne.

Wiele ujemnych skutków w środowisku przyrodniczym powoduje spływ składników nawozowych i ścieków z ferm wielkotowarowych do wód gruntowych i powierzchniowych. Wymywanie składników nawozowych z gleb uzależnione jest od ilości i rodzaju nawozów wprowadzanych do gleb, typu gleby oraz technologii prac agrotechnicznych. Przykładowo zwiększenie dawek nawozów z około $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ do $1200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ powoduje w glebie ciężkiej stratę $0,7 \text{ kg N}$, podczas gdy w glebie lekkiej strata ta wynosić będzie tylko $0,1 \text{ kg N}$. O ilości nawozów w wodzie infiltrującej (grawitacyjnej) i gruntowej decyduje głównie czas i częstość stosowania nawozów. Związki azotowe wprowadzane z nawozami do gleby w okresie jesiennym i zimowym są bardziej narażone na wymywanie i spływ niż wiosną i w początkach lata. Jednorazowe wprowadzenie dużych dawek nawozów powoduje gwałtowny wzrost zawartości azotu i związków z tym strat poprzez wymywanie i procesy denitryfikacji. Znaczne straty składników nawozowych spowodowane wymywaniem związane są także z dużą rozpuszczalnością stosowanych obecnie nawozów. Z tego względu konieczne jest przeprowadzenie intensywnych badań nad produkcją i technologią użytkowania w praktyce rolniczej nawozów o spowolnionym działaniu, dostosowanych do fizjologicznych wymagań pokarmowych roślin.

Spśród wszystkich stosowanych nawozów, zarówno nieorganicznych jak i organicznych, źródłem największych rezerw pokarmowych jest obornik. Gospodarka obornikiem jest jednak obecnie mocno zaniedbana, co odbija się niekorzystnie na ekonomicznym bilansie produkcji rolniczej. Przyczyną takiej sytuacji jest rozpowszechniony pogląd, że nawożenie organiczne jest pozostałością dawnej, prymitywnej gospodarki

rolnej. Dotyczy to głównie obornika, ponieważ obecna technologia produkcji zwierzęcej przechodzi coraz częściej na system gnojowicy. Racjonalna gospodarka nawozowa jest jednak między innymi powiązaniem właściwego stosowania nawozów mineralnych z nawozami organicznymi, co odbija się bezpośrednio na zwyczajce plonów. Wartość produkcyjna obornika uzależniona jest od mineralizacji azotu, korzystnych warunków wilgotnościowych oraz pokarmowych potrzeb nawożonych roślin.

Jednym z głównych problemów współczesnego rolnictwa jest rozwój wielkotowarowych ferm hodowlanych i utylizacji dużej ilości powstającej gnojowicy. Żadna z dotychczas istniejących w Polsce ferm przemysłowych nie ma jeszcze bezbłędnie działającego systemu zagospodarowania i utylizacji gnojowicy. Stosowane dotychczas urządzenia techniczne wymagają nie tylko dużych nakładów inwestycyjnych, ale są wyraźnie szkodliwe dla środowiska naturalnego. Bardzo niekorzystne dla czystości środowiska są stosowane dotychczas metody oczyszczania gnojowicy z odprowadzaniem fazy ciekłej do wód powierzchniowych. Związane są one ponadto, poza wyraźną degradacją środowiska przyrodniczego, także z wysokimi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi. Brak jest nadal odpowiednich urządzeń technicznych dla rolniczego użytkowania gnojowicy. Praktyka i rachunek ekonomiczny wykazują, że w miarę zwiększającej się pojemności budynków w fermach bydła niemal trzykrotnie wzrasta koszt jednego stanowiska, a pracochłonność czynności zootechnicznych zupełnie nie ulega zmniejszeniu. W sumie kapitałochłonność budownictwa fermowego jest parokrotnie wyższa od budynków inwentarskich w gospodarstwach wielkotowarowych i indywidualnych gospodarstwach drobnotowarowych. Składają się na nią między innymi rekordowe wysokie koszty stanowisk pracy, duże zużycie energii elektrycznej, brak efektywności ekonomicznej, duże ryzyko w przypadku zaistniałej awarii urządzeń lub epidemii chorób zakaźnych, mało ekonomiczne wykorzystanie pasz. Ponieważ w rachunku kompleksowym zysk uzyskany przez hodowlane fermy przemysłowe równa się zeru, wobec tego realizacja i ich użytkowanie nie znajdują uzasadnienia ekonomicznego. Potwierdzają to najnowsze ekspertyzy [7], w których zaleca się budowę ferm o średniej obsadzie hodowanych zwierząt (np. krowy mleczne 500—600 szt., bukaty 1200—2400 szt., trzoda chlewna 4000—10 000 szt.).

Najbardziej korzystne jest rolnicze wykorzystanie gnojowicy, ponieważ jest to pełnowartościowy nawóz o działaniu kompleksowym. Poza makro- i mikroelementami duże znaczenie dla struktury gleby, zwłaszcza lekkiej, ma zawarta w gnojowicy substancja organiczna. Systematyczne i we właściwych dawkach stosowanie gnojowicy prowadzi do wzbogacania gleby w liczne składniki pokarmowe, zwłaszcza fosfor i potas, w formach łatwo przyswajalnych dla roślin. Nawożenie gnojowicą lub jej frakcjami uzupełnione powinno być nawozami mineralnymi. Intensywne i długotrwałe nawożenie gnojowicą w niewłaściwych dawkach wpływa jednak ujemnie na fizyczno-chemiczne właściwości gleb oraz zanieczyszcza wody gruntowe. Gnojowica służyć może nie tylko jako nawóz organiczny, ale także jako dodatkowe źródło pasz dla niektórych zwierząt hodowlanych, głównie przeżuwaczy. Badania składu chemicznego frakcji stałej i osadu pochodzącego z biologicznego oczyszczania gnojowicy wykazały, że zawartość składników pokarmowych w odchodach jest zbliżona do ich zawartości w niektórych paszach. Z tego względu odpowiednio przerobiona gnojowicą może służyć jako

dodatkowa pasza dla bydła, składnik kiszzonek i suszu. Głównym czynnikiem ograniczającym stosowanie gnojowicy w żywieniu zwierząt jest obawa przed przechodzeniem różnych czynników chorobotwórczych oraz metali ciężkich i substancji pochodzących z metabolizmu leków do organizmów zwierząt.

Konieczna jest ponadto właściwa lokalizacja obiektów fermowych, określenie ich wielkości i ustalenie technologii chowu zwierząt oraz eksploatacji ferm w odniesieniu do poszczególnych regionów Polski. Podstawowe kryteria dla określenia wielkości i chłonności arealu dla rolniczego zagospodarowania gnojowicy to przede wszystkim pojemność nawozowa gleb, budowa geologiczna danego obszaru, granice strefy ochrony sanitarnej, warunki klimatyczne, poziom wód gruntowych, systemy melioracyjne oraz kierunek spływu wód powierzchniowych. Szczególnie istotne dla ochrony środowiska jest miejsce lokalizacji w zlewni zarówno obiektów fermowych, jak i wytypowanych pól dla rolniczego wykorzystania gnojowicy. Należy wprowadzić zakaz lokalizacji ferm gnojowicowych w zlewniach wód chronionych. Dopuszczone do eksploatacji na tych obszarach mogą być tylko fermy o systemie bokosowosćiółkowym. Obiekty hodowlane leżące w zlewniach wód chronionych wymagają bezwzględnego uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej w obrębie ujęć i zasilania wód podziemnych lub w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy mieszkaniowej.

Prześledzenie wszystkich procesów związanych z utylizacją gnojowicy wymaga badań interdyscyplinarnych. Ważnym problemem są bowiem nie tylko wartości nawozowe odchodów, ale również ich wpływ na biologię gleby oraz na straty składników pokarmowych z gleb, związane z zanieczyszczaniem środowiska wodnego.

W ostatnich latach nastąpiło wyraźne przyspieszenie procesów eutrofizacji jezior, wskazujące na konieczność zmniejszania dopływu z intensywnie nawożonych terenów rolniczych oraz zaprzestania wykorzystania jezior jako odbiorników ścieków. Szczególnym zagrożeniem jezior jest gospodarka wielkotowarowa, stosująca często nieuzasadnione zabiegi chemiczne oraz fermy przemysłowe o nadmiernej koncentracji zwierząt. Dużym zagrożeniem jest także stosowanie do rozsiewania nawozów i pestycydów samolotów. Jest to technologia nie tylko kosztowna, ale charakteryzująca się także niskim poziomem dokładności wykonywanych czynności, powodując dostawanie się znacznych ilości rozsiewanych substancji do wód śródlądowych, co bardzo ujemnie oddziałuje na środowisko. Obniżenie żywności jezior i częściowe zahamowanie procesów eutrofizacji możliwe jest między innymi poprzez usuwanie biogenów na drodze eksploatacji organizmów wodnych. Podstawową sprawą jest jednak odcięcie dopływu do jezior ścieków oraz ograniczenie spływu wód z terenów rolniczych. Dużą rolę w pewnych przypadkach odgrywać może przede wszystkim eksploatacja zooplanktonu, powodująca nie tylko usuwanie biogenów z przeżyźnionych zbiorników wodnych, lecz będąca także źródłem wysokokalorycznej paszy.

3. ARCHITEKTURA KRAJOBRAZU WIEJSKIEGO

Zasady kształtowania środowiska przyrodniczego, między innymi pod względami ekologicznymi, określa architektura krajobrazu, która jako nauka interdyscyplinarna łączy w sobie elementy nauk przyrodniczych

oraz urbanistycznego i architektonicznego planowania przestrzennego. Architektura krajobrazu prawie całego okresu powojennego oceniana jest bardzo krytycznie, pomimo dość znacznych osiągnięć w dziedzinie teorii. Powszechne są zarzuty podkreślające monotonię naszego krajobrazu zarówno miast, jak i wsi oraz niszczenie naturalnych i kulturowych jego walorów. Podstawowe zarzuty dotyczą trzech zasadniczych problemów:

- a) braku świadomie ukształtowanej wizji krajobrazu,
- b) zamiany kształtowania przestrzeni w płaskie projektowanie,
- c) normatywizm w działaniu projektowym.

Obszary wiejskie charakteryzują się występowaniem dzisiaj takich zjawisk jak intensyfikacja produkcji rolnej, chemizacja oraz specjalizacja hodowli i upraw, wielkotowarowe i monokulturowe formy użytkowania terenu, nowa postać wielorodzinnego mieszkalnictwa i osadnictwa o typowej wielkokubaturowej zabudowie współczesnych zespołów gospodarczych. Warte też jest podkreślenia nakładanie się na funkcje do niedawna wyłącznie wiejskie funkcje nowych, zwłaszcza na obszarach będących pod wpływem urbanizacji i procesu dwuzawodowości mieszkańców oraz na obszarach, gdzie pojawia się funkcja rekreacji. Na obszarach najbliższych dużym skupiskom urbanizacji (woj. łódzkie, warszawskie) wielkokubaturowe szklarnie zajmują coraz większe powierzchnie, tworząc nową postać „szklanego” lub „foliowego” krajobrazu wiejskiego bez otwartych przestrzeni rolnych. Powstawanie szklarni w pobliżu miast jest w jakiś sposób uzasadnione potrzebami gospodarki, jednak zupełnie nieuzasadniona i szkodliwa jest lokalizacja przemysłu i przetwórstwa na obszarach źródłiskowych rzek, wysypiska śmieci, rozproszenie budownictwa, w tym dowolna lokalizacja usług rekreacyjnych, wchodzących w najwartościowsze obszary, chaotyczne pocięcia przestrzeni elektryfikacyjnymi liniami napowietrznymi, wadliwe przebiegi dróg, masowa trzebież lasów, skąpe zadrzewienie nowych inwestycji. Ze względu na szerokość roboczą narzędzi mechanicznych następuje szkodliwa likwidacja miedz, zadrzewień i drobnych zbiorników śródpolnych itp. Skutkiem powyższych zjawisk z punktu widzenia architektury krajobrazu jest jego kolosalne ubożenie oraz przyspieszenie różnych typów erozji gleby, jej nadmierne wysuszenie, swobodna migracja szkodników i ogólny spadek bogactwa zwierząt. W celu poprawienia struktury krajobrazu terenów wiejskich konieczne jest naprawienie skutków dotychczasowych błędów gospodarki krajobrazowej. Niezbędna jest wobec tego koordynacja planów przestrzennych i gospodarczych z projektami krajobrazowymi, uwzględniających historyczne, kulturowe, przyrodnicze, rolnicze, ekologiczne oraz estetyczno-kompozycyjne aspekty. Wskazać także należy na zastraszająco niski stan kultury budownictwa wiejskiego, zwłaszcza zanik cech regionalnych i oderwanie od środowiska. Najpoważniejszym zagrożeniem dla środowiska kulturowego wsi jest naruszenie jego związku ze środowiskiem przyrodniczym. Przeobrażenia strukturalne rolnictwa, procesy urbanizacyjne i industrializacji oraz gwałtownie postępująca rekreacja powodują znaczne przekształcenie obszarów wiejskich. Rezultatem tego są zmiany przestrzenne w zabudowie, migracje ludności, rozpad homogenicznych społeczności wiejskich, zmiany postaw i zachowań ludności oraz zanik związku z tradycyjnym wiejskim środowiskiem kulturowym. Postulować należy nie tylko ochronę i zachowanie najwartościowszych zasobów i reliktyw środowiska, ale

przede wszystkim utrzymanie ciągłości środowiska kulturowego wsi w procesie nieuniknionych jego przekształceń, zachowanie poczucia identyfikacji jednostki i społeczności z określonym miejscem i zespołem wartości reprezentowanych przez środowisko. Wyrazem dewastacji całego środowiska wiejskiego jest zmiana charakteru zabudowy oraz niszczenie otoczenia poprzez wycinanie drzew, niszczenie wystroju architektonicznego itp. Powoduje to całkowicie zanikanie cech regionalnych w architekturze współczesnej wsi polskiej. Najważniejszą przyczyną takiego stanu rzeczy jest prymitywizm kulturalny zleceniodawców, poziom projektów, samowola budowlana i niewłaściwe wykonawstwo. Zabudowa wiejska powinna być przede wszystkim zgodna z wymogami środowiska wiejskiego. Dotychczasowe rozwiązania urbanistyczne i architektoniczne ostatnich kilkudziesięciu lat, zarówno w mieście jak i na wsi spowodowały zniszczenie historycznie tradycyjnych optymalnych rozwiązań układu człowiek—architektura—przyroda. W związku z istniejącym już kryzysem środowiska osiedlowo-blokowego w miastach i przewidywanym kryzysem współczesnej wsi postulować należy przyjęcie klasycznego neoregionalizmu w procesie kształtowania architektury i urbanizacji wsi polskiej. Podobnie jak w budownictwie mieszkaniowym, także i budownictwo budynków inwentarskich winno być realizowane w połączeniu z otaczającym je krajobrazem, maksymalnie nawiązując do form budownictwa tradycyjnego przy jednoczesnym wykorzystaniu nowoczesnych technologii. Nowe koncepcje budownictwa mieszkaniowego coraz częściej podkreślają konieczność nawiązania do tradycji, co obecnie przejawia się w modzie na ludowo-rustykalny styl „drugich domów” lub zajazdów turystycznych. Nadal jednak działa dawny automatyczny mechanizm w budownictwie jednorodzinnym, chociaż w innym wydaniu. W przypadku masowego budownictwa jednorodzinnego na wsi jest to dom chłopca-robotnika ozdobiony przysłowiowymi już lusterkami lub nieudolną mozaiką, będący ludową repliką willi miejskiej, tak jak chałupa chłopska z gankiem była ubogą repliką dworu szlacheckiego. Dotychczasowe świadomie podejmowane próby rozwiązywania problemu regionalizmu spowodowały szereg nieporozumień. Jednym z nich jest dość powszechne utożsamianie stylu regionalnego ze stylem zakopiańskim, chociaż góralszczyzna jest jednym z ciekawszych regionalizmów w Polsce. Nieporozumieniem jest również naśladowanie stylu ludowego, importowanego z zagranicy. Przykłady te świadczą, jak kierunek twórczej kontynuacji regionalizmu architektoniczno-krajobrazowego znajduje się dopiero w stadium powstawania. W efekcie krajobraz będący syntezą całokształtu gospodarki w przestrzeni staje się coraz brzydszy i mniej swojski.

4. ZAGROŻENIE TERENÓW PRZYRODNICZO WARTOŚCIOWYCH

Rozwój rolnictwa stanowi, obok przemysłu i postępującej urbanizacji kraju, coraz częściej poważne zagrożenie dla prawnie chronionych terenów przyrodniczo cennych (rezerваты przyrody, parki narodowe, parki krajobrazowe i obszary chronionego krajobrazu), jak też nie objętych specjalną ochroną prawną parków podworskich, zadrzewień śródpolnych i innych. Na terenach parków narodowych w naszym kraju występuje w zasadzie większość przejawów gospodarki rolnej w zakresie produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz przetwórstwa. Skala występowania tej gospo-

darki na terenach chronionych jest bardzo różnorodna, głównie drobno- i wielkotowarowa, ekstensywna i intensywna. Przykładem parków narodowych, w których stopień oraz zasięg występowania gospodarki rolnej jest największy, są Ojcowski PN i Wielkopolski PN, a w nieco mniejszym zakresie również Świętokrzyski PN i Roztoczański PN. Czynione są próby właściwego uregulowania gospodarki rolnej na terenach parków narodowych. Wyróżnia się w tym zakresie trzy podstawowe kierunki:

- a) całkowitą eliminację gospodarki rolnej,
- b) częściową eliminację gospodarki rolnej,
- c) sterowanie technologią produkcji rolnej w kierunku technologii biologiczno-naturalnej.

Z ostatnim wymienionym kierunkiem wiążą się propozycje w zakresie gospodarowania na terenach rolniczych w Wielkopolskim PN, gdzie w latach 90-ych w granicach parku znajdować się będzie już 9 tys. ha użytków rolnych, tj. 30% całkowitej powierzchni. Propozycje te dotyczą wprowadzenia specjalnych form użytkowania rolniczego w zależności od warunków glebowych, urzeźbienia i nawodnienia, jak np. uprawy roślin zielarskich, miododajnych, uprawy sadownicze, ogrodnicze, szkółki drzew i krzewów. W zakresie uprawy ziemi proponuje się przywrócenie na terenach o spadku 5% orki smugowej (równoległej do warstwic), a na spadkach powyżej 10% wstęgowy układ pól. W zakresie ochrony roślin proponuje się stopniowe zastępowanie chemicznych środków ochrony roślin przez metody biologiczne lub agrotechniczne.

Typowym przykładem ilustrującym obecny stan przyrody pozostającej pod wpływem dynamicznego rozwoju przemysłu, gospodarki komunalnej, rolnictwa, turystyki oraz rekreacji jest Wielkopolski PN [2]. Park ten pozwala przy tym stwierdzić, że dotychczasowy sposób zabezpieczenia wartości przyrodniczych, mimo licznych ochronnych aktów prawnych jest wysoce niezadowolający. W rolniczo-przemysłowym krajobrazie Wielkopolski ta wyspa zieleni o powierzchni 10 tys. ha, charakteryzująca się znacznymi walorami przyrodniczo-krajobrazowymi, otaczana jest coraz ściślejszym pierścieniem zabudowy mieszkalnej i przemysłowej z jej emisjami pyłowo-gazowymi i ściekami oraz zadeptywana i dewastowana przez tysiące niedzielnych wycieczkowiczów. Statyczne traktowanie obszarów przyrodniczo wartościowych i zachowawcza koncepcja ochrony przyrody, zakładająca izolację obiektu i eliminację wszelkich oddziaływań człowieka są już jednak dzisiaj przestarzałe. Podstawą realizacji współczesnych programów ochrony środowiska winno być poznanie zasad funkcjonowania ekosystemów, co ma szczególne znaczenie dla zagospodarowania stref buforowych na terenach chronionych, zwłaszcza wydzielonych obszarów zlewni, tworzących bariery ograniczające zagrożenia wywołane przez ujemne skutki gospodarki człowieka.

Do wartościowych elementów polskiego krajobrazu należą także parki podworskie. Ich znaczenie polega zarówno na przekazywaniu tradycji historycznych, jak też na podnoszeniu wartości użytkowej okolicznych upraw dzięki stwarzaniu optymalnego mikroklimatu i stanowienia ostoi dla zwierząt. Niestety, obecnie parki podworskie wykorzystywane są bardzo często przez mieszkańców wsi jako miejsca rabunku drewna i wypasu bydła. W pełni prawidłowe dysponowanie tym majątkiem narodowym wymaga zdecydowanie koncentracji zarządzania i środków.

Zgodnie z danymi z 1973 r. parki były podległe ok. 70 pionom resortowym, co stwarza bardzo niekorzystne warunki egzystencji i rozwoju dawnych założeń podworskich. Większość z nich jest własnością Państwowego Funduszu Ziemi, PPGR, PPG Rybackich i Hodowlanych lub Spółdzielni Produkcyjnych. Parki, pozostając siłą rzeczy na marginesie zainteresowań tych instytucji, są więc często niewłaściwie utrzymywane. Są one jednak doskonałymi terenami rekreacyjnymi, co w połączeniu z istniejącymi zabudowaniami (pałac, dwór, oficyna) jako bazą noclegową, mogłyby przyjąć stale rosnący napór turystów i stanowić rodzaj bariery dla większości obszarów chronionych. Przyrodniczo wartościowe są również drobne nieużytki śródpolne, miedza, zadrzewienie śródpolne i przydrożne. Niestety, ostatnio podjęto na wielką skalę akcję zaorywania miedz śródpolnych, szkodliwą z punktu widzenia ochrony gleb i fauny oraz równowagi stosunków biologicznych. Zaorywanie miedz powoduje między innymi ginięcie drobnej fauny odgrywającej dużą rolę w prawidłowym funkcjonowaniu ekosystemów polnych, znaczne spotęgowanie erozji, zaburzenia równowagi morfodynamicznej stoków i zboczy oraz naruszenie naturalnych stosunków wodnych.

5. OCHRONA KRAJOBRAZU A SOCJOLOGIA I MEDYCyna

Problematyka ochrony krajobrazu jest także przedmiotem badań socjologów interesujących się drogami działania sił społecznych oraz podstawami i systemem wartości ludzi związanych z krajobrazem. Zainteresowania te wynikają z ekologii społecznej, badającej biologiczne zjawiska życia społeczeństwa występujące w spełnieniu podstawowego celu, jakim jest utrzymanie się i przetrwanie. Zasadą optymalnego zagospodarowania przestrzennego zwłaszcza na terenach wiejskich jest ekologiczna koncepcja przestrzeni, określająca czynniki optymalizacji, kształtowania środowiska przyrodniczego i kulturowego, a także ujmująca problemy jakości życia. Wynikają one z pojawienia się w społeczeństwie nowych, dotąd nie dostrzeganych potrzeb, jak na przykład poczucie bezpieczeństwa przed katastrofami ekologicznymi lub potrzeba czystej wody i powietrza. Istotne i korzystne, zwłaszcza na terenach chronionych, zjawiska natury socjologicznej wprowadza rolnictwo biologiczne, mające w niektórych krajach (np. Francji) cechy ruchu społecznego, niosącego ze sobą pewien układ wartości ekologicznych i socjologicznych. Pozwalają one na wypracowanie naukowych podstaw gospodarowania, wstrzymanie tendencji do rozwoju daleko posuniętej specjalizacji w produkcji rolniczej oraz wprowadzenie środków przeciwdziałania degradacji krajobrazu.

Stale wzrastające zagrożenie środowiska jest powodem nasilania się wielu chorób cywilizacyjnych także na terenach rolniczych. Z tego względu w celu przeciwdziałania coraz powszechniejszym uszkodzeniom narządów wewnętrznych wywołanych przez uboczne produkty współczesnej cywilizacji konieczne jest wprowadzenie nowej strategii przetrwania na drodze nowego ładu ekologicznego. Możliwe to jest poprzez podjęcie działań w celu eliminowania ze środowiska życia człowieka skutków cywilizacji technicznej, a zwłaszcza ochrony całego łańcucha troficznego przed różnymi substancjami osłabiającymi efekt immunologiczny oraz wprowadzenie wzbogacania żywności w przyswajalne kompleksy pierwiastków.

6. PODSUMOWANIE

Skutkiem wadliwie prowadzonej gospodarki rolnej, uwzględniającej przede wszystkim doraźne efekty produkcyjne, jest szereg ujemnych efektów środowiskowych. Należy tutaj w pierwszym rzędzie nadmierne przeżyźnienie zbiorników wodnych i jego konsekwencje, będące obecnie problemem o znaczeniu światowym oraz zwiększająca się erozja i przesuszenie gleb, zwłaszcza lekkich i torfowych, czego rezultatem są między innymi stale zmniejszające się zasoby próchnicy. Celem przeciwdziałania powstawaniu ujemnych efektów środowiskowych, konieczne jest opracowanie i wdrażanie nowych technologii produkcyjnych, opierających się na właściwej gospodarce energetycznej i materiałowej agroekosystemów, uwzględniającej zarówno efekty produkcyjne, jak i zasady ochrony środowiska. Stabilności układu produkcyjnego należy szukać we właściwej strukturze przestrzennej krajobrazu, która rozpatrywana winna być kompleksowo. Dla gospodarki rolnej bardzo duże znaczenie będzie mieć odnowa krajobrazu, na którą składają się rekonstrukcja układu wodnego, nawadnianie gruntów, nawożenie organiczne, fitomelioracje, ochrona roślin i ochrona środowiska. W niektórych regionach kraju o intensywniej gospodarce rolnej (np. w Wielkopolsce) długoletnia działalność gospodarza doprowadziła do wykształcenia się dwóch typów krajobrazu:

a) o przewadze wielkoobszarowych pól z intensywnie chemicznie nawożoną i chronioną monokulturą,

b) mozaikowego układu pól o zintegrowanym nawożeniu i umiarkowanej ochronie roślin.

Szczególnymi wartościami ekologicznymi odznacza się ten drugi typ krajobrazu, który należy bezwzględnie utrzymać. Prowadzona na tych terenach gospodarka rolna ze względu na znaczny udział zachowanego potencjału biologicznego charakteryzuje się wysoką produkcją przy dużej efektywności nawożenia.

Problematyka naukowych podstaw rolnictwa ekologicznego, zagrożenia terenów przyrodniczo wartościowych na terenach rolniczych oraz architektury krajobrazu wiejskiego ma, poza naukową, także dużą rangę społeczną. Dotyczy ona zachowania zarówno przyrodniczych, jak i kulturowych wartości krajobrazu, kultury życia ponad połowy ludności naszego kraju oraz efektywności warsztatu produkcji rolniczej. Wskazywały na to wszystkie interdyscyplinarne spotkania poświęcone problematyce wiejskiej, których rezultatem są między innymi opracowane wnioski, które skierowane zostały do władz politycznych, administracyjnych, organizacji społecznych, uczelni i ośrodków naukowych. Na uwagę zasługują przede wszystkim wnioski z Forum szczecińskiego, które stały się podstawą do dyskusji na szeregu późniejszych spotkaniach. Do najważniejszych należy zaliczyć:

1. Ustanowienie programu badawczego, rządowego lub węzłowego, poświęconego badaniom naukowym i wdrożeniom ekologicznych zasad gospodarowania na obszarach wiejskich.

2. Zalecenie stosowania w praktyce rolniczej następujących zasad działania ekologicznego:

a) dostosowanie poziomu nawożenia mineralnego do pojemności ekologicznej środowiska,

b) wprowadzenie zakazu lokalizacji ferm wytwarzających duże ilości

gnojowicy w zlewniach wód chronionych oraz w strefach chronionego krajobrazu, terenach podmiejskich i turystyczno-wypoczynkowych,

c) budowa oczyszczalni, których funkcjonowanie opiera się o zamknięty cykl obiegu materii, a zwłaszcza biogenów ze szczególnym uwzględnieniem hodowli różnych organizmów w celu uzyskania paszy białkowej.

3. Przeprowadzenie ekologicznej ekspertyzy na temat ferm przemysłowych.

4. Wprowadzenie w praktyce kształtowania infrastruktury obszarów wiejskich zasady polegającej na traktowaniu środowiska kulturowego wsi jako swego rodzaju ekosystemu przyrodniczo-kulturowego.

5. Wprowadzenie do podstawowego kursu wyższych uczelni oraz średnich szkół zawodowych związanych z rolnictwem wykładów ekologii oraz ochrony i kształtowania środowiska.

Duży wkład w rozwinięcie tych wniosków wniosła konferencja w Dymaczewie koło Poznania, gdzie wypracowane zostały następujące zalecenia, skierowane jak wszystkie poprzednie także do władz politycznych i administracyjnych:

1. Uznanie czynnika ekologicznego za podstawowe kryterium oceny planów zagospodarowania przestrzennego.

2. Wprowadzenie ekologicznego prognozowania przemian zachodzących w środowisku rolniczym.

3. Opracowanie modelu gospodarowania na obszarach chronionych uwzględniającego zasady ekologii oraz włączenie planów zagospodarowania parków narodowych w plany gmin.

4. Przeprowadzenie rozpoznania zasobów krajobrazowych i ich waloryzacji.

5. Dokonanie ponownej analizy wszystkich wcześniejszych decyzji i zamierzeń inwestycyjnych prowadzonych na terenach chronionych pod względem ich niekorzystnego oddziaływania na środowisko.

Z satysfakcją należy stwierdzić, że propozycje ustanowienia programu badawczego poświęconego interdyscyplinarnym badaniom naukowym na obszarach wiejskich zostały uwzględnione przez władze, czego wyrazem jest przygotowywanie na lata 1981—1985 nowego programu „Przyrodnicze podstawy rozwoju rolnictwa i gospodarowania na obszarach wiejskich”. Program ten oparty jest na zasadach ekologicznych uwzględniających konieczność prowadzenia do przyrodniczych analiz krajobrazu rolniczego ocen ekonomicznych, architektonicznych i urbanistycznych związanych z zagospodarowaniem przestrzennym krajobrazu, jego strukturą oraz rozmieszczeniem istniejących układów sieci osadniczej. Należy podkreślić, że jest to wielki sukces dotychczasowych spotkań, a zwłaszcza Forum szczecińskiego, na którym program taki został po raz pierwszy zaproponowany.

LITERATURA

- [1] Banaszak J. — *Sesja naukowa na temat „Stan krajobrazu w Polsce”* (Kraków, 23—24 V 1980 r.) — *Wiad. Ekol.* 27: 92—94, 1981.
- [2] Banaszak J., Kasprzak K. — *O problemach Wielkopolskiego Parku Narodowego — Chrońmy Przyr. Ojcz.* 36: 14—29, 1980.
- [3] Banaszak J., Kasprzak K. — *Konferencja naukowa „Ekologiczne, medyczne i socjologiczne przesłanki kształtowania obszarów przyrodniczo cen-*

- nych" (Dymaczewo k. Poznania, 15—16 X 1980 r.) — Wiad. Ekol. 27: 302—305, 1981.
- [4] Banaszak J., Karg J., Kasprzak K. — *Forum dyskusyjne „Gospodarka na obszarach wiejskich a ochrona środowiska”* (Szczecin, 29—30 XI 1978 r.) — Wiad. Ekol. 26: 73—78, 1980.
- [5] Banaszak J., Kasprzak K., Truszkowski J. — *Seminarium na temat „Zabudowa obszarów nieurbanizowanych”* (Wrocław, 29—31 V 1980 r.) — Wiad. Ekol. 27: 95—97, 1981.
- [6] Kasprzak K. — *Problematyka ekologiczna na seminarium problemowym „Modele zagospodarowania przestrzennego i zabudowy wsi”* (Tuczno, 25—28 X 1979 r.) — Wiad. Ekol. 26: 332—334, 1980.
- [7] Kutera J. (Red.) — *Ekspertyza pt. „Fermy przemysłowe i gospodarka gnojowicą z punktu widzenia ochrony środowiska”* — PAN, Komitet Człowiek i Środowisko, maszynopis, 1979.
- [8] Rocznik statystyczny — Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 542, 1978.
- [9] Ryszkowski L. — *Energy and matter economy of ecosystems* — W: W. H. van Dobben, R. H. Lowe-McConnel (Eds.), *Unifying concepts in ecology*; Dr. W. Junk, The Hague, 109—126, 1975.
- [10] Ryszkowski L. — *Problemy ekologicznego gospodarowania na obszarach wiejskich* — Biul. Komitetu Przestrz. Zagosp. Kraju 110: 92—117, 1980.
- [11] Wieś Polska 2000 — Biul. Komitetu Przestrz. Zagosp. Kraju, 110, 230, 1980.

STANISŁAW RAKUSA-SUSZCZEWSKI

Instytut Ekologii PAN

Warszawa

WYPRAWA NAUKOWA DO ANTARKTYKI W RAMACH MIĘDZYNARODOWEGO PROGRAMU FIBEX/BIOMASS 1981

Na podstawie umowy zawartej 24.X.1980 pomiędzy Instytutem Ekologii PAN i Morskim Instytutem Rybackim w Gdyni została zorganizowana wyprawa w rejon zachodniej Antarktyki, w celu wzięcia udziału w badaniach objętych międzynarodowym programem FIBEX/BIOMASS. Ekspedycję na statku r/v „Profesor Siedlecki” finansowała Polska Akademia Nauk. Zgodnie z decyzją Sekretarza Naukowego PAN kierownictwo wyprawy sprawował doc. dr hab. S. Rakusa-Suszczewski, funkcję zastępcy z ramienia MIR jako armatora statku pełnił dr P. Bykowski. Dowództwo statku spoczywało w rękach kpt. ż.w. M. Babiaka.

W wyprawie uczestniczyło 30 naukowców z pięciu placówek podległych Polskiej Akademii Nauk oraz resortów Ministerstwa Handlu Zagranicznego i Gospodarki Morskiej i Ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki. Cała ekipa została podzielona na 9 zespołów roboczych: 1) hydroakustyki, 2) oceanologii, 3) organiki i mikrobiologii, 4) planktonu, 5) biologii kryła, 6) ichtiologii, 7) ornitologii, 8) zespół obliczeniowy, 9) kartografii.

Realizowane badania objęte są programem planu koordynacyjnego MR-I-29A, poświęconego tematyce biologicznych badań polarnych w latach 1981—1985, koordynowanych przez Instytut Ekologii PAN.

Zespoły badawcze

1. Zespół Hydroakustyki

1. mgr J. Kalinowski — Morski Instytut Rybacki
2. mgr inż. A. Dyka — Politechnika Gdańska
3. tech. T. Matuszak — Morski Instytut Rybacki
4. dr Z. Klusek — Zakład Oceanologii PAN

2. Zespół Oceanografii

1. mgr T. Wojewódzki — Morski Instytut Rybacki
2. mgr B. Szpiganowicz — Morski Instytut Rybacki
3. mgr R. Tokarczyk — Zakład Badań Polarnych IE PAN
4. mgr M. Lipski — Zakład Badań Polarnych IE PAN
5. mgr D. Stramski — Zakład Oceanologii PAN
6. mgr K. Montwiłł — Zakład Oceanologii PAN

3. Zespół Organiki i Mikrobiologii

1. dr M. Zdanowski — Zakład Badań Polarnych IE PAN
2. dr T. Mężykowski — Zakład Badań Polarnych IE PAN

4. Zespół Planktonu
 1. doc. dr K. Jażdżewski — Uniwersytet Łódzki
 2. dr W. Kittel — Uniwersytet Łódzki
 3. dr E. Kopczyńska — Zakład Badań Polarnych IE PAN
 4. dr R. Ligowski — Uniwersytet Łódzki
5. Zespół Biologii Kryla
 1. dr N. Wolnomiejski — Morski Instytut Rybacki
 2. mgr H. Czykieta — Morski Instytut Rybacki
 3. mgr R. Stępnik — Zakład Badań Polarnych IE PAN
 4. mgr H. Jackowska — Zakład Badań Polarnych IE PAN
6. Zespół Ichtiologii
 1. dr M. Rembiszewski — Ogród Botaniczny PAN
 2. mgr W. Słószarczyk — Morski Instytut Rybacki
7. Zespół Ornitologii
 1. mgr W. Starck — Zakład Badań Polarnych IE PAN
 2. mgr R. Wyrzykowski — Wytwórnia Filmów Oświatowych
8. Zespół Obliczeniowy
 1. mgr A. Kunicki — Morski Instytut Rybacki
 2. mgr J. Maciejewski — Morski Instytut Rybacki
9. Zespół Kartografii
 1. doc. dr J. Szeliga — Uniwersytet Gdański

1. ZAŁOŻENIA PROGRAMU FIBEX/BIOMASS

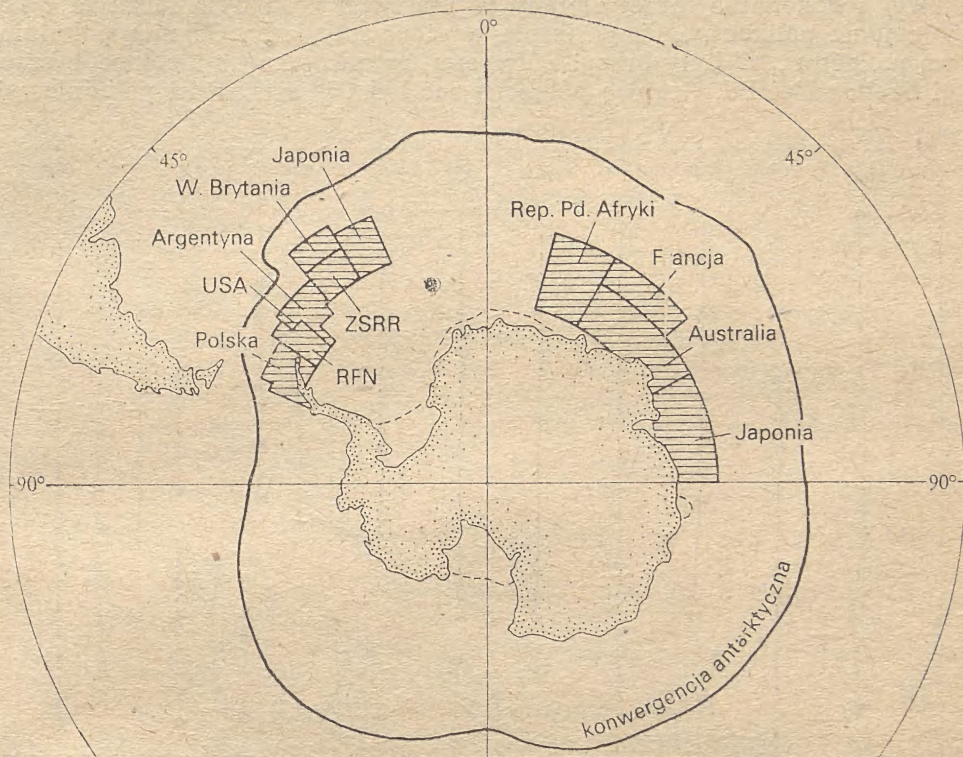
Program BIOMASS (Biological Investigation of Marine Antarctic System and Stock) jest obecnie największym oceanobiologicznym programem badawczym. Planowany jest na 10 lat. Celem badań objętych kryptonimem FIBEX (First International Biological Experiment) było określenie wielkości biomasy kryla i jego rozmieszczenia w Antarktyce oraz przeprowadzenie kompleksowych badań oceanobiologicznych. Badaniami planowano objąć zachodni sektor Atlantyku, Oceanu Indyjskiego i Pacyfiku. W programie badań miało uczestniczyć 13 statków z 11 państw: Argentyny, Australii, Chile, Francji, Japonii, Republiki Federalnej Niemiec, Polski, Republiki Południowej Afryki, Stanów Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii i Związku Radzieckiego.

Sektor Atlantycki był głównym obszarem badań, podzielonym na 6 poligonów: A, B, C, D, E, F (rys. 1), w których prace miały prowadzić statki r/v „Profesor Siedlecki” (Polska) i „Itsumi” (Chile) — poligon A, „Walter Herwig” i „Meteor” (RFN) — poligon B, „Antarctic” (Argentyna) — poligon C, „Odysee” (ZSRR) — poligon D, „John Bisco” (Wielka Brytania) — poligon E oraz „Kaiyo Maru” (Japonia) — poligon F.

W okresie od 26 do 28 I 1981 r. planowano przeprowadzić naradę roboczą oraz ewentualną interkalibrację aparatury hydroakustycznej. W tym celu ustalono spotkanie statków RFN, Chile, ZSRR i Polski w rejonie polskiej stacji im. H. Arctowskiego w Zatoce Admiralicji.

Od 29 I do 7 II 1981 r. planowano przeprowadzenie rekonesansu, mającego na celu ustalenie północnej granicy występowania lodów w poszczególnych badanych poligonach.

W okresie od 7 II 1981 r. do końca lutego miały być wykonane zasadnicze przekroje hydroakustyczne oraz badania oceanologiczne. Po 24 II 1981 r. statki miały swobodę badań na „skupieniach kryla”.



Rys. 1. Mapa rejonu badań w programie FIBEX/BIOMASS

Uzgodniono, że podstawą wymiany uzyskanych wyników będzie udostępnienie minimum własnych danych dotyczących: 1 — badań hydroakustycznych, 2 — oceanologicznych, 3 — biologii kryla, 4 — liczebności ptaków. Wyniki badań miały być przekazane jesienią 1981 r. do wspólnego „Centrum Danych”, mieszczącego się w Hamburgu, w formie umożliwiającej wprowadzenie ich do maszyny liczącej.

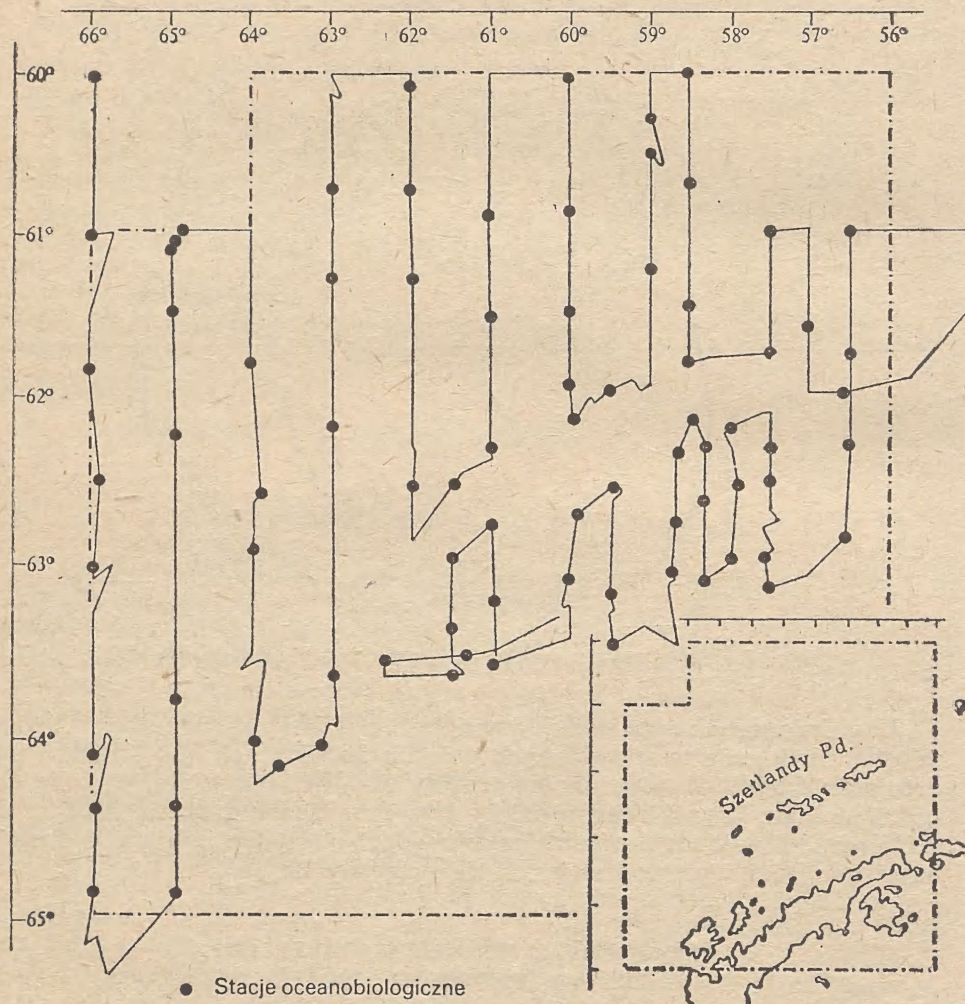
2. REALIZACJA PROGRAMU FIBEX 1981 PRZEZ R/V „PROFESOR SIEDLECKI”

Termin wyjścia z Polski statku r/v „Profesor Siedlecki”, planowany początkowo na 27 XII 1980 r., został przesunięty z przyczyn techniczno-organizacyjnych armatora. W rezultacie opóźnienia, r/v „Profesor Siedlecki” nie uczestniczył w spotkaniu 4 statków: „Walter Herwig”, „Meteor”, „Itsumi” i „Odysee”, które odbyło się w dniach 27—29 I 1981 r. w Zatoce Admiralicji i na polskiej stacji im. H. Arctowskiego.

W tej sytuacji, podchodząc 14 II 1981 r. w rejon badań, skierowałem statek na zachodni skraj poligonu „A”, gdzie bez wstępnej fazy rozpo-

znania, przystąpiliśmy do zasadniczych badań hydroakustycznych i oceanobiologicznych.

Przekroje prowadzono z północy na południe, przesuwając się o 1° długości z zachodu na wschód. Ominięcie pierwszej fazy — rekonesansowej i dokonanie takiej zmiany w realizacji prac było możliwe tylko w rejonie poligonu „A”, gdzie nie występowały lody. Granicą południową poligonu „A” były brzegi Półwyspu Antarktycznego i północne brzegi Szetlandów Pd. Granicą północną zaś był 60° szerokości południowej.



Rys. 2. Mapa polskich badań w programie FIBEX/BIOMASS

W rejonie cieśniny Bransfielda prowadził w tym czasie badania statek chilijski „Itsumi”. Do 28 II 1981 r. wykonano 11 przekrojów. Po spotkaniu ze statkami pracującymi w programie FIBEX, które nastąpiło 1 III 1981 r., w rejonie wyspy Elephant, r/v „Profesor Siedlecki” kontynuował badania w Cieśninie Bransfielda. Do 12 III 1981 r. wykonano 10 przekrojów oraz wykonano 40 stacji oceanologicznych i połowowych.

W następnej fazie prowadzono badania „na skupieniach kryła” w rejonie na południe od Zatoki Admiralicji i w bezpośrednim jej sąsiedztwie wykonano ponad 43 stacje oceanologiczne (STDO₂) i połowowe. Prace zakończono 21 III 1981 r. Planowane na 14 III 1981 r. spotkanie ze statkiem radzieckim „Odysee” nie doszło do skutku ze względu na sytuację lodową, która uniemożliwiła im zejście z rejonu wysp Elephant do Cieśniny Bransfielda. Wzajemnej interkalibracji urządzeń hydroakustycznych statki uczestniczące w programie FIBEX nie prowadziły, uznając ją za niecelową na obecnym etapie badań.

Rezultaty programu FIBEX 1981/BIOMASS niewątpliwie będą podstawą dla opracowania przez SCAR zaleceń i rekomendacji dla państw Układu Antarktycznego oraz członków Konwencji o ochronie i racjonalnym wykorzystaniu zasobów żywych Antarktyki, dotyczących zwłaszcza kryła i ryb. Cele programu FIBEX mają szeroko pojęty aspekt utylitarny, wynikający z zainteresowania szeregu krajów eksploatacją kryła, ryb i głowonogów w rejonach Antarktyki i zbieżne są z potrzebami naszego rybołówstwa, prowadzącego również eksploatację w tym rejonie.

W sensie naukowym i poznawczym udział nasz w programie FIBEX/BIOMASS jest kontynuacją badań paru wypraw samodzielnych, wysyłanych w ten rejon od 1975 r. i prac biologicznych prowadzonych na stacji im. H. Arctowskiego.

Kalendarz wyprawy

- 12.01.81 — O godz. 16.15 r/v „Profesor Siedlecki” wychodzi z Gdyni w rejs do Antarktyki.
- 14.01.81 — Wejście do Kanału Kilońskiego i parogodzinny postój w Kilonii w celu zakupu freonu. Statek odwiedził prof. dr G. Hempel, kierujący programem FIBEX oraz grupa naukowców z Uniwersytetu w Kilonii.
- 16.01.81 — Rozpoczęto seminaria naukowe, mające na celu zapoznanie się z planami i zakresem prac poszczególnych zespołów i naukowców.
- 17.01.81 — Parogodzinny postój na redzie Southampton w celu reperacji statkowego komputera Elliott 906 przez serwis angielski.
- 23.03.81 — Wejście do Santa Cruz na Teneryfie dla naprawy urządzenia nawigacji satelitarnej firmy Redifon.
- 29.01.81 — R/v „Profesor Siedlecki” przekroczył równik.
- 4.02.81 — Wejście do Rio de Janeiro dla uzupełnienia paliwa, wody i żywności.
- 5.02.81 — Wyjście statku z Rio de Janeiro.
- 12.02.81 — Spotkanie jachtu „Pogoria” i wizyta na jego pokładzie na redzie Port Stanley (Falklandy).
- 14.02.81 — Rozpoczęcie badań na poligonie „A”. Pierwszą stację oceanologiczną wykonano na pozycji 60°00 W, 60°00 S.
- 1.03.81 — Spotkanie przy wyspie Elephant ze statkami RFN — „Meteor” i „Walter Herwig” oraz statkiem USA — „Melville”. Konferencja kierowników naukowych na pokładzie „Metora” i spotkanie ekip badawczych.
- 3.03.81 — Sztormowanie na północ od wyspy Elephant. W sąsiedztwie r/v „Profesor Siedlecki” łowiło kryła 40 statków radzieckich.
- 4.03.81 — Kontynuowanie przekrojów hydroakustycznych w rejonie cieśniny Bransfielda.
- 7.03.81 — Parogodzinna wizyta ekipy i załogi r/v „Profesor Siedlecki” na stacji im. H. Arctowskiego.
- 8.03.81 — Sztormowanie w sąsiedztwie wyspy King George.

- 12.03.81 — Zakończenie planowanych przekrojów hydroakustycznych i przejście na poligon południowy (60 Mm na S od Zatoki Admiralicji), w celu prowadzenia badań na „skupieniu kryla”.
- 16.03.81 — Badania na poligonie północnym w bezpośrednim sąsiedztwie Zatoki Admiralicji. Kontynuowanie przekrojów i połowów technologicznych.
- 21.03.81 — Wejście do Zatoki Admiralicji i postój na kotwicy w fiordzie Ezcurra.
- 23.03.81 — Wejście m/s „Antoni Garnuszewski” do fiordu Ezcurra. Przeładunek i wymiana ekip ze statkiem r/v „Profesor Siedlecki”. Około popołudnia r/v „Profesor Siedlecki” opuścił fiord Ezcurra. Zakończono współpracę w ramach umowy PAN/MIR o wspólnych badaniach w programie FIBEX/BIOMASS, o czym poinformowałem władze PAN i armatora statku MIR.
- 27.03.81 — O godz. 21.00 zakończono przeładunek ze statku m/s „Antoni Garnuszewski”, w tym 2 helikoptery, 200 beczek, 5 przyczep i 4 łodzie oraz sprzęt naukowy, materiały i bagaż członków pracującej tu grupy V Wyprawy na stację im. H. Arctowskiego. Decyzją Sekretarza Naukowego PAN odpowiedzialność za obie grupy powierzono S. Rakusie-Suszczewskiemu.
- 28.03.81 — O godz. 2.00 opuszczenie fiordu Ezcurra przez m/s „Antoni Garnuszewski”, udającego się w drogę powrotną do kraju.
- 7.04.81 — Wejście do portu Cabedello (Brazylia) po ładunek.
- 19.04.81 — Wyjście m/s „Antoni Garnuszewski”.
- 26.04.81 — Seminarium naukowe i prezentacja wyników FIBEX/BIOMASS w trakcie przejścia Kanału Kilońskiego.
- 27.04.81 — Wejście statku m/s „Antoni Garnuszewski” do Gdyni.

3. TEMATYKA PRAC

Obserwacje meteorologiczne

Obserwacje prowadzono w odstępach sześciogodzinnych o godz. 0, 6, 12, 18 GMT oraz w czasie trwania stacji oceanologicznych w godz. 4, 16, 10 i 22 GMT. Notowano stan pogody, zachmurzenie, stan morza, występowanie lodu, kierunek i prędkość wiatru, temperaturę powietrza, wilgotność względną i ciśnienie atmosferyczne. Prowadzono też regularne obserwacje gór lodowych wg zaleceń międzynarodowego programu IFF (Icebergs for the future). Określono współrzędne geograficzne oraz w miarę możliwości długość i wysokość zaobserwowanych nacocznie lub na ekranie radarowym stołowych gór lodowych o długości większej niż 1/4 Mm, pomierzono w sumie 24 góry lodowe.

Badania hydrologiczno-hydrochemiczne

Pomiary i analizy hydrochemiczne prowadzono dwa razy na dobę na stacjach oceanologicznych w południe i o północy (rekomendacje BIOMASS). Temperaturę wody mierzono termometrem odwracalnym, wodę do analiz pobierano butlami Nansena, na standardowych horyzontach do dna nad szelfem i do 600—1000 m poza szelfem. Oznaczono: S‰, O₂, SiO₃, PO₄, NO₃. W uzupełnieniu, pomiędzy pełnymi stacjami, wykonywano pomiary sondą BISSETT/BERMAN-STDO₂. W sumie wykonano 55 pełnych stacji oceanobiologicznych oraz 51 pomiarów sondą STDO₂. Wyniki wprowadzono do komputera Elliott 905.

Badania hydrooptyczne

Mierzono ilość energii (oświetlenie odgórne), docierające na powierzchnię morza E_p ($mWcm^{-2}$) w całym zakresie fal świetlnych, przechodzących przez atmosferę ($300\mu m$ — $3000\mu m$) za pomocą piranometru w zapisie ciągłym. Pomiary oświetlenia podwodnego E (z, f) wykonywano od 0 do 10 m (wyjątkowo 120 i 150 m), do głębokości, gdzie dociera 1⁰% energii świetlnej pod powierzchnią w pasmie maksymalnej transmisji. Na badanych poziomach energię mierzono przy 8 długościach fal w zakresie widma 400—700 nm. Pomiarów dokonywano raz dziennie w południe. Wyniki o danych pomiarowych z 26 stacji opracowano na maszynie cyfrowej Elliott 906.

Badania hydroakustyczne

Sondowanie hydroakustyczne prowadzono w systemie wacht całodobowych przy szybkości statku 9 węzłów. Oszacowano biomasę kryla w rejonie poligonu „A”, w warstwie wody od 10 do 125 m; do tego celu używano echosondy EK-120 o częstotliwości 120 KHz oraz integrator. Równocześnie prowadzono obserwacje obecności ławic kryla do głębokości 500 m przy użyciu echosondy EK-38, 38 KHz. Rejestrowano głębokość. Opracowano metodę oraz program numeryczny dla określenia rozmiarów kryla metodami akustycznymi. Wyniki wprowadzono do komputera Elliott 906.

Badania substancji organicznych

Na stacjach oceanologicznych pobierano próbki wody czerpaczem 6-litrowym ze standardowych horyzontów od 10 do 150 m. Oznaczono zawartość wolnych i związanych aminokwasów w wodzie oraz wolnych i związanych węglowodanów i mocznika. Wszystkie oznaczenia prowadzono dla frakcji rozpuszczonej w wodzie morskiej, po przesączeniu jej przez filtr membranowy o średnicy $45\mu m$. Materiał do analiz zebrano na 45 stacjach oceanologicznych.

Równocześnie prowadzono analizę zawartości chlorofilu i feofityn w wodzie (wg metody zalecanej przez BIOMASS). Ustalono rozmieszczenie pionowe i przestrzenne badanych parametrów.

Badania mikrobiologiczne

Próby z 44 stacji pobierano czerpaczem 6-litrowym na 6—7 głębokościach od 10 do 150 m dwa razy na dobę. Wodę sączone przez filtr, a bakterie hodowano na pożywkach agarowych. Liczebność bakterii oznaczono po 5, 10 i 15 dniach inkubacji w temperaturze ok. $9^{\circ}C$. Kolonie bakterii zróżnicowano na podstawie takich cech jak: szybkość pojawiania się, wzrost, barwa, wielkość i kształt. Ilość bakterii saprofagicznych wahała się od 80 do 4300/l, w zależności od rejonu badań.

Ponadto zakonserwowano próby, które pozwolą na określenie liczebności bakterii metodą fluorescencyjną. Wybrane szczepy przewieziono do kraju, aby poddać je dalszym badaniom fizjologicznym.

Badania fitoplanktonu

Pobrano 103 próby fitoplanktonu sieciowego z 63 stacji przy użyciu siatki kopenhaskiej o średnicy 50 cm i oczkach 64 μm z warstwy 100—10 m. Wykonano pomiary objętości i suchej masy fitoplanktonu oraz analizę składu jakościowego i ilościowego. Opracowano mapy rozmieszczenia ilościowego i jakościowego fitoplanktonu w sektorze „A”. Pobrano próby na mikrofitoplankton do 150 m przy użyciu butli Nansena, ponadto badano skład pokarmu kryla, zakonserwowano kilkaset żołądków kryla i przygotowano preparaty do dalszej pracy.

Badania biologii kryla

Połowy kryla dokonywano siecią przemysłową 4(75)×4 m oraz otwartą siecią Bongo, przy szybkości statku ok. 3 węzłów. Z uzyskanego materiału do analizy pobierano 100 osobników. Mierzono długość ciała, określono płeć i stadium dojrzałości w skali 7-stopniowej (rekomendacje BIOMASS) oraz wypełnienie przewodu pokarmowego w skali 5-stopniowej. Wykonano 45 zaciągów włókem przemysłowym i 8 zaciągów siecią Bongo; 5 zaciągów włokowych i 10 zaciągów siecią Bongo dało wynik zerowy. Dodatkowo wykonano kilkanaście zaciągów przemysłowych dla celów technologicznych w rejonie wysp Elephant i Trinity. Wyniki analiz wprowadzono do maszyny cyfrowej Elliott 905 w celu segregacji i obliczeń oraz przygotowania ich w formie wymaganej przez Międzynarodowe Centrum Danych.

Ponadto z uzyskanego materiału kilkaset osobników kryla zostało wysuszonych w celu dalszej analizy na zawartość lipidów i kaloryczność. Wykonano również pomiary morfometryczne kryla, pozwalające rozpoznanie przebiegu wzrostu osobniczego i ewentualnych różnic populacyjnych.

Opracowano model symulacji wzrostu *E. superba* na maszynie matematycznej Elliot 905.

Badania ichtiologiczne

Analizę składu ichtiofauny przeprowadzono w 34 zaciągach krylowych. Określono gatunki, liczebność, długość osobników oraz mokrą i suchą masę. W badanym rejonie stwierdzono kilkadziesiąt gatunków ryb, w tym również dotychczas nie podawane z tego rejonu. Całość materiału zakonserwowano do dalszych badań szczegółowych, głównie wieku i składu pokarmu form juvenilnych.

Badania ornitologiczne

Obserwacje awifauny prowadzono według zaleceń międzynarodowego schematu kartowania rozmieszczenia ptaków morskich, uzgodnionego przez SCAR — Komitet Biologii Ptaków, stosując standardowe 10-minutowe karty obserwacji. Liczono ptaki towarzyszące statkowi i przelatujące obok w promieniu ok. 1 km. Notowano ich odległość od statku, sposób zachowania się, wielkość stad, kierunki przelotów itp. Każdora-

zowo rejestrowano też wymagane w zaleceniach SCAR dane meteorologiczne, typ aktywności statku (np. sondaż hydroakustyczny, trał przemysłowy, stacja oceanograficzna).

Wykonano 650 standardowych obserwacji, w tym 350 w czasie trwania sondażu hydroakustycznego, 100 na długich i krótkich stacjach oceanograficznych, 60 podczas trałów przemysłowych i w czasie badań na skupieniu oraz 130 w trakcie podróży od 35°S do Cieśniny Drake'a (61°S) i z powrotem. Stwierdzono występowanie 40 gatunków ptaków, w tym 35 w tzw. rejonie „A” badań hydroakustycznych. Sporządzono mapę szacunkowego rozkładu biomasy ptaków w tym rejonie, a w przyszłości będą wykreślone mapy rozmieszczenia poszczególnych gatunków.

ZAKOŃCZENIE

Zadania polskiej wyprawy uczestniczącej w badaniach zostały wykonane. Wyniki wymagane przez program FIBEX przekazaliśmy do Centrum Danych w Hamburgu. Na Konferencji „Data Workshop” (Hamburg 21.IX.—9.X.1981) przedstawiciele 10 państw, uczestniczących w badaniach dokonali wspólnego opracowania wyników. Obliczono biomasę kryla i rozpoznano jego rozmieszczenie.

Przeprowadzono analizy fizykochemicznych parametrów środowiska oraz analizy populacji kryla w rejonie trzech oceanów w strefie antarktycznej. Rezultaty pracy międzynarodowego zespołu otrzymały kraje partycypujące w badaniach, w tym również i Polska. Uczestnictwo Polski w programie FIBEX/BIOMASS dało nam dostęp do informacji, ważnych z punktu widzenia naukowego, a także możliwych do wykorzystania przy eksploatacji zasobów żywych Antarktyki. Polska jest sygnatariuszem Konwencji o ochronie zasobów żywych Antarktyki i prowadzi ich eksploatację. Oba te fakty zobowiązują nas do badań, które pozwolą na opracowanie metody racjonalnego wykorzystania zasobów Antarktyki.

Dotychczasowe polskie osiągnięcia, zwłaszcza w rozpoznaniu zasobów kryla, oraz dotyczące jego biologii i biochemii, możliwości połowów, a ostatnio i technologii przetwórstwa są znaczne i liczące się na świecie.

Kryl jest eksploatowany na skalę przemysłową. W 1981 r. łowiło go ok. 70 statków. Technologia przetwórstwa kryla również szybko posuwa się naprzód. Kontynuacja badań przez Polskę w zakresie, który nie spowoduje całkowitego zaprzepaszczenia osiągnięć i zdobyczy własnych, jest konieczna.

CZY BAŁTYK MUSI UMRZEĆ? *

WSTĘP

Bałtyk stał się największym śmietniskiem wśród światowych mórz, co wywołało znaczny wzrost zainteresowania naukowców jego problemami środowiskowymi. Kraje skandynawskie jako pierwsze rozpoczęły wielokierunkowe badania stopnia zanieczyszczenia wód Bałtyku oraz prace zmierzające do zmniejszenia ilości zanieczyszczeń w ściekach przemysłowych i komunalnych. W efekcie tych prac ilość substancji toksycznych spuszcanych bezpośrednio lub przez rzeki do Bałtyku uległa znacznemu obniżeniu. Inicjatywę państw skandynawskich zmierzającą do ochrony środowiska przyrodniczego Bałtyku podjęły pozostałe państwa nadbałtyckie, w tym również Polska. Wyrazem wspólnych dążeń było nawiązanie współpracy naukowej i podpisanie przez siedem państw w 1974 r. Konwencji Helsińskiej o Ochronie Środowiska Morskiego Morza Bałtyckiego.

Dla Polski Bałtyk jest nie tylko „oknem na świat”, ale w dalszym ciągu głównym źródłem ryb. Ponadto nasze wybrzeże stwarza milionom Polaków doskonałe warunki rekreacji. Niestety, obecnie niecałe wybrzeże może być wykorzystane jako miejsce odpoczynku. Spowodowane to jest tragicznymi warunkami sanitarnymi związanymi z zanieczyszczeniem wód strefy przybrzeżnej, przede wszystkim w rejonie Zatoki Gdańskiej. Skażenie wód przybrzeżnych powoduje masowe giniecie ryb w tym rejonie, a więc wpływa bezpośrednio na zmniejszenie ich połowów. Z dostępnych danych wynika, że z obszaru Polski spływa rzekami do Bałtyku ogromna ilość substancji toksycznych. Tak więc udział Polski w kształtowaniu przyszłego oblicza Morza Bałtyckiego jest bardzo znaczny. Fakt ten powinien zainteresować i zmusić do skutecznego działania nie tylko oceanologów, ale także szeroką rzeszę naukowców i ludzi związanych z polskim przemysłem i rolnictwem, będącymi głównymi źródłami zanieczyszczeń. Podejmowane są w Polsce wielkie i kosztowne inwestycje badania Wisły, w tym również prace ekologów. Niestety granice zainteresowań sięgają tylko ujścia Wisły, zapomina się jednak, że wszystkie zanieczyszczenia z obszaru zlewiskowego Wisły spływają właśnie do Bałtyku.

Ekosystem bałtycki jest dziś bardzo zagrożony. Działania nasze powinny za wszelką cenę zmierzać do jego uratowania, co jest ważne

* Na podstawie czasopisma „AMBIO”, A Journal of the Human Environment, wydanie specjalne pt. „Bałtyk”. Royal Swedish Academy of Sciences, Pergamon Press. T. 9 Nr 3—4, 1980.

nie tylko z naukowego punktu widzenia, czy też teraźniejszej jego eksploatacji. Chroniąc środowisko przyrodnicze Bałtyku zapewniamy sobie korzyści na przyszłość. Dlatego też celowym jest przedstawienie przeglądu aktualnych danych związanych z sytuacją Bałtyku, zawartych w specjalnym numerze czasopisma naukowego *Ambio*. Zaprezentowano w nim wyniki kompleksowych badań Bałtyku i jego problemów. Tematyka ta szczególnie aktualna w chwili obecnej zainteresuje nie tylko specjalistów morskich, ale i szerokie grono przyrodników w Polsce.

Ambio — międzynarodowy dwumiesięcznik wydawany jest przez Królewską Szwedzką Akademię Nauk. Publikowane są w nim najnowsze prace z dziedziny nauk biologicznych, technologii i kształtowania środowiska przyrodniczego. Dedykowany jest zarówno specjalistom z danych dziedzin, jak i wszystkim zainteresowanym prezentowanymi tematami.

W specjalnym podwójnym numerze przedstawiono nigdy przedtem niepublikowane dane dotyczące obszaru Morza Bałtyckiego. Dane te koncentrują się na wzajemnym powiązaniu naturalnego systemu Bałtyku z systemem stworzonym przez człowieka i wpływem działalności ludzkiej na ekosystem Bałtycki. Obszar Bałtyku określany zwykle jako obszar zlewiskowy Morza Bałtyckiego definiowany jest w zależności od zamysłu i opisywanego tematu. Siedem państw nadbałtyckich ma ogromnie różnicowane tradycje historyczne, kulturowe, ekonomiczne i polityczne. Mają one takie cechy wspólne jak: niska presja demograficzna, generalnie wysoki standard życia, wysoki poziom uprzemysłowienia. Ogromna ilość zanieczyszczeń docierających do ekologicznie bardzo wrażliwego Bałtyku doprowadziła do podpisania w 1974 r. Konwencji Helsińskiej o Ochronie Obszaru i Środowiska Morza Bałtyckiego. Konwencja wprowadziła kraje bałtyckie w nową erę współpracy w dziedzinie ochrony środowiska, która zdaniem obserwatorów ma charakter modelu dla reszty świata.

Schemat ludzkich i przyrodniczych systemów bałtyckich

Człowiek zależny jest od powietrza, wody, żywności itd., natomiast system ludzki kierowany jest prawami ekonomicznymi. Nie podjęto jeszcze próby zoptymalizowania procesu użytkowania przez człowieka Bałtyku jako długoterminowej bazy zasobów naturalnych.

Miedzy przyrodą i systemem stworzonym przez człowieka na obszarze Bałtyku istnieje ściśle związki. Całkowity system Bałtyku zawiera systemy naturalne i stworzone przez człowieka, jest on pod wpływem zarówno sił fizycznych takich, jak: energia słoneczna, klimat, woda jak i ekonomicznych: transport, turystyka, zmiany rynku światowego, polityka i planowanie. W systemie naturalnym produktywnie regiony przybrzeżne i oddalone od brzegu absorbują promieniowanie słoneczne, substancje wzrostowe z rzek i zanieczyszczoną wodę. Ryby są głównym zasobem eksploatowanym przez człowieka. Ryby i minerały, takie jak piasek, używa się w systemie urbanizacyjnym. Populacja ludzka wpływa na system naturalny eksploatując go i zanieczyszczając. Człowiek używa ropy naftowej jako pomocniczego źródła energii, co powoduje zanieczyszczenie wód i dopływ niebezpiecznych substancji, na które reaguje system naturalny. Zdolności samooczyszczenia środowiska Bałtyku zmniejszyły się wraz ze wzrostem jego eksploatacji. Proces urbanizacji

ma duży wpływ na naturalny system Bałtyku. System ten łączy się z resztą świata przez cyrkulację wody i procesy atmosferyczne. Populacje nadbałtyckie utrzymują kontakt ze światowym rynkiem przez transport moski. Poziom eksploatacji zasobów naturalnych regulowany jest polityką i planowaniem. Na poziomie naukowym problematyką Bałtyku zajmuje się wiele organizacji rządowych i nierządowych. Istnieje wiele konwencji występujących przeciw zanieczyszczaniu Bałtyku.

I. PODSTAWOWE DANE O BAŁTYKU

Bałtyk jest morzem zimnym. Przyległe lądy charakteryzuje klimat z dużą różnicą temperatury między latem i zimą. Wiatry są zmienne, w południowej części Bałtyku przeważają zachodnie. Większość obszaru otrzymuje 500—750 mm opadów rocznie w formie deszczu i śniegu. Charakter brzegów jest zmienny, od rozległych piaszczystych wydmy na południe od Zatoki Ryskiej, do skalistego wybrzeża szwedzkiego z tysiącami małych wysp, tworzących prawdopodobnie największy na świecie archipelag. Na północ w Morzu Botnickim i Zatoce Botnickiej tereny przybrzeżne pokryte są kamieniami i piachem. Wiele dużych rzek (Niemien, Dźwina, Wisła, Odra, Angerman, Torne, Pregöla) wpływa do Bałtyku. Główne wyspy na Bałtyku to: Alandia, Bornholm, Gotlandia, Olandia, Hiiumaa i Saaremaa. Średnia temperatura stycznia maleje z południa na północ, na przykład okolice Bałtyku Właściwego mają temperaturę od 0°C do 5°C , okolice Zatoki Botnickiej mają temperaturę od -5°C do -10°C . Średnia temperatura lipca też maleje z południa na północ i wynosi odpowiednio 20°C , 15°C .

II. SYSTEM NATURALNY (PRZYRODNICZY) BAŁTYKU

Topografia. Powierzchnia Bałtyku wynosi $366\,000\text{ km}^2$, łączy się on z Morzem Północnym przez płytką Cieśninę Kattegat. Składa się z szeregu basenów: Morze Bornholm, Morze Gotland (Bałtyk Właściwy), Morze Botnickie, Zatoka Botnicka, Zatoka Fińska, Zatoka Ryska.

Średnia głębokość Bałtyku wynosi 60 m. Brzegi południowe są niskie i piaszczyste, osady denne w płytkich rejonach utworzone są z piachu i żwiru pochodzenia polodowcowo-rzecznego. Przedłużeniem skalistych południowo-wschodnich wybrzeży Szwecji są wyspy Archipelagu Alandzkiego ciągnącego się do wybrzeży Finlandii. Osady denne zawierają w tym miejscu głównie muł organiczny. W Zatoce Botnickiej piach i żwir denny bogaty jest w rudy żelazowo-magnezowe. Złoża piachu szczególnie na północ od Gotlandii zaczęły być atrakcyjne dla eksploatacji na skalę przemysłową.

System fizyczny. Objętość wody Bałtyku wynosi $22\,000\text{ km}^3$. Woda ma prawie tę samą proporcję składników jak woda oceaniczna, przy czym zasolenie jest niskie i bardzo stabilne. Poziomy transport wody z Cieśniny Kattegat odbywa się przez ciągły wpływ wzdłuż dna wywołany gradientem zasolenia oraz przerywanym wpływem wody powstającym wskutek zmian ciśnienia i wiatru. Woda wpływa wzdłuż wschodniej części Bałtyku, okrąża Gotlandię w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, rozgałęzia się do Zatoki Fińskiej i na północ

do Morza Alandzkiego, skąd wraca na południe jako część prądu powierzchniowego wypływającego z Zatoki Botnickiej. Zasolenie wód dennych waha się od 8 do 11‰, powierzchniowych wynosi ok. 7‰. Od 1900 r. zanotowano długoterminowy wzrost zasolenia powierzchniowego o 0,5—0,9‰. Morze i Zatoka Botnicka są geograficznie daleko od wpływu Morza Północnego. Słona woda tworzy tu cienką warstwę przy dnie, stratyfikacja pionowa zasolenia jest bardzo mała, ochłodzenie wód powierzchniowych powoduje prawie całkowite mieszanie wody w kierunku pionowym. Pionowy transport wody jest szczególnie silny wzdłuż wybrzeży Bałtyku, powodują go procesy upwellingu i downwellingu wywołane wiatrami o przeciwnych kierunkach. Oba procesy wywołują bardzo silny przybrzeżny prąd wody, np. prąd wzdłuż wschodniego brzegu Szwecji w kierunku południowym niesie 1,6 km³ wody na godzinę. Temperatura wód powierzchniowych osiąga 18—20°C. Wody denne mają temperaturę 4—5°C. Ogromna objętość wody i wąskość basenu Bałtyku powoduje całkowitą wymianę wody co 25 lat. Fakt ten oraz niska temperatura wody sprzyja utrzymywaniu się materii organicznej. Ilość zanieczyszczeń rozproszonych na powierzchni wody może być zmniejszona o połowę po ok. 15 latach.

S y s t e m y z y w e. Różnorodne dno, woda o niskim i stabilnym zasoleniu, sprzyjające warunki hydrodynamiczne, duże w skali rocznej promieniowanie słoneczne, to główne czynniki umożliwiające egzystencję żywych organizmów w Bałtyku. Bałtyk wielokrotnie zmieniał swoje warunki z morskich na słodkowodne i odwrotnie. W wyniku tych zmian pozostały organizmy najbardziej odporne. Są wśród nich gatunki morskie i słodkowodne, np.: szczupak, okoń, dorsz, flądra mogą występować razem w jednym miejscu, trzcina, morskaczyn i krasnorosty tworzą wspólny zespół florystyczny. Z około 1500 makroskopowych gatunków zwierząt z rejonu wybrzeży norweskich tylko 70 występuje w centralnym Bałtyku, z ok. 150 gatunków makroglonów z zachodnich wybrzeży norweskich tylko 24 gatunki znaleźć można u wybrzeży fińskich. Ze względu na stres osmotyczny w słonawym środowisku wiele gatunków charakteryzuje się mniejszymi rozmiarami i wolniejszym wzrostem niż odpowiadające im gatunki pełnomorskie. Bałtycki system żywy można podzielić na trzy główne strefy będące w ścisłym związku ze sobą:

1. **Strefa twardego dna** — 17% powierzchni Bałtyku to obszary płytkie (do 10 m głębokości) dogodne dla życia różnych organizmów. Obszary te występują głównie na obszarze Wysp Alandzkich pomiędzy Szwecją i Finlandią. Wodorosty denne tworzą tu granicę między morzem i lądem i mogą być wykorzystywane przez człowieka. W zimie strefa ta ma charakter zbiornika konsumpcyjnego, w którym w wyniku przewagi oddychania nagromadzają się nutrieny. Po ustąpieniu lodu nutrieny transportowane są w procesie mieszania wód do warstwy powierzchniowej, umożliwiając rozwój fitoplanktonu. Sukcesję roczną rozpoczynają zakwity okrzemek na nagich skałach na linii wody. Poniżej rozciąga się do 8 m głębokości strefa morskaczyna *Fucus vesiculosus*, którego rozgałęzione plechy tworzą główną wylęgarnię i zapasy żywności dla ryb. Stwierdzono wyraźną piętrowość ilości fauny i flory w Archipelagu Askö-Landsort na obszarze 160 km². Zielonice występują w warstwie górnej, morskaczyn w środkowej, *Furcellaria* w najniższej. Morskaczyn stanowi tu 1/3 suchej masy glonów (2200 t.). Jego produkcja netto wynosi 1500 t. suchej masy bezpopiołowej. Wykorzystanie morskaczyna i *Furcellarii* w Bałtyku jest ograniczone ze

względem na ich relatywnie wolny wzrost. Biomasa zwierząt zdominowana jest przez małża *Mytilus edulis* (90% całkowitej biomasy tzn. 8600 t suchej masy wliczając muszle). Małże są głównymi regeneratorami nutrientów, na obszarze 160 km² mogą przefiltrować całą masę wody nad nimi w ciągu 2,5 miesiąca. Zjadają więc materię organiczną wydzielając sole nieorganiczne. Populacja małża dostarcza 5% azotu i 20% fosforu niezbędnych dla utrzymania biomasy fitoplanktonu w tym obszarze. Całkowita biomasa małża w środkowym Bałtyku (włączając Morze Alandzkie) do głębokości 25 m wynosi 8×10^6 t (wraz z muszlami). Zbiorowiska te wydzielają w strefę troficzną 250 000 t azotu nieorganicznego, 80 000 t fosforu nieorganicznego i 100 000 t azotu aminowego. Małe wymiary małżów (średnio 30 mm długości) decydują o ich niskiej wartości handlowej. Są one jednak łącznikiem między strefą twardego dna i pelagiczną. Są też pożywieniem dla ptaków, np. kaczki edredonowej.

2. Strefa pelagiczna — syntetyzuje za pomocą energii słonecznej materię organiczną. Najnowocześniejsze techniki pomiarów wykazały produkcję pierwotną 150 gC/m²/rok w strefie przybrzeżnej północno-zachodniego Bałtyku. Roczna produkcja jest sumą wielu zakwitów fitoplanktonu np.: 9 razy w strefach tzw. hafaśliwych, 3 razy w północnym Bałtyku i raz w Zatoce Botnickiej, gdzie zakwit jesienny i wiosenny jest typowo polarny. Zakwit wiosenny rozpoczyna się w północnym Bałtyku Właściwym na przełomie lutego i marca, przyswajanie energii słonecznej jest ogromne, produkcja pierwotna osiąga poziom 1,5 gC/m²/dzień. Wydzielina fitoplanktonu powoduje wzrost populacji bakterii, które są z kolei pokarmem dla orzęsków. Brak jest dużego zooplanktonu oprócz wrotków z rodzaju *Synchaeta*. Brak roślinożerców i szybkie opadanie okrzemek powoduje, że 40% materii organicznej opada z pelagialu na dno. W lecie biomasa fito i zooplanktonu jest niska. Produkcja utrzymana jest głównie przez bruzdnice. W toni zbiera się duży zooplankton, którego produkcja wtórna szacowana jest na 5 gC/m²/rok (*Temora loricornis*, *Pseudocalanus minutus elongatus*). Materiał sedimentacyjny to głównie fekalia zooplanktonu o niskiej wartości odżywczej. Na przełomie lipca i sierpnia niebiesko-zielony zakwit na powierzchni wody tworzą słodkowodne glony (*Nodularis spumigena*) wiążące azot atmosferyczny. Na podstawie zdjęć satelitarnych i pomiarów oszacowano, że wiążą one tyle samo azotu ile spływa do Bałtyku z ładu. Na jesieni niebiesko-zielony zakwit niknie, rozpoczyna się jesienny zakwit bruzdnik, zieleniec i okrzemek. Biomasa dużego zooplanktonu osiąga maksimum. Pelagiczne ryby (śledzie, szproty) gromadzą zapasy tłuszczu na zimę. Śledzie użytkują w cyklu rocznym trzy strefy przenosząc niejako materię między nimi: pelagial w lecie, miękkie dno w zimie, twarde dno na wiosnę. W zimie w czasie przebywania w zimnych warstwach wody śledzie minimalizują utratę energii i obniżają działalność drapieżniczą. Zjadają obunogi, wieloszczety i myzidy. Na wiosnę składają ikrę na wodorostach np. w rodzaju *Pilayella*.

3. Strefa miękkiego dna. Produkcja obszaru przybrzeżnego miękkiego dna działa w oparciu o promieniowanie słoneczne i organiczną materię z ładu. Eksplozja produkcji następuje na wiosnę gdy płytka woda nagrzewa się szybko a zakwit fitoplanktonu stymuluje produkcję wtórną. Wiele ryb składa w tym czasie ikrę, dużo jest pożywienia dla larw. Z wyjątkiem sportowego połowu ryb (szczupak, okoń) użytkowanie tego obszaru przez człowieka jest niewielkie. Fauna zatok przy-

brzeżnych ma charakter słodkowodny: larwy owadów, ryby — leszcz, lin, wzdrega, szczupak, okoń. Muliste i piaszczyste dno porośnięte jest pasem trzciny *Phragmites communis*, zielskiem stawowym — kotewką *Potamogeton*, morską rawą *Zostera*, brunatnicą morską *Chorda filum* i morskazynem. Trzcina wraz z glonami dennymi *Cladophora* i *Enteromorpha* ma duże możliwości powstrzymywania fali nutrientów spływających z łądu. Obszary miękkodenne oddalone od brzegu mają charakter prawdziwie konsumpcyjny, zależą od dopływu zszyntetyzowanej materii organicznej sedymentującej z pelagialu. Charakterystycznym zespołem organizmów jest: mięczak *Macoma baltica*, obunóg *Pontoporeia affinis*, *P. femorata*, wieloszczet *Harmothoe sarsi*, *Halicryptus spinulosus* (*Sipunculoidea*) stanowiące 90% biomasy makrofauuny w północnym Bałtyku Właściwym. Różnorodność gatunków i biomasa fauny miękkodennego bantosu zmniejsza się w kierunku z południa na północ, podobnie jak obniżenie pelagicznej produkcji pierwotnej. Warunki wzrostu głębinowych ryb o dużej wartości handlowej (dorsz, flądra) w Bałtyku są gorsze niż w Morzu Północnym, biomasa ich rośnie wolniej. Szproty i śledzie zwiększyły swą populację dzięki procesowi eutrofizacji.

Rozróżniono cztery kategorie reakcji obronnych systemów żywych Bałtyku na zakłócenia wywołane działalnością człowieka:

- a) czułość systemów żywych na zakłócenia środowiska,
- b) połączenie systemów żywych w dynamiczną całość,
- c) znaczenie biologicznego sprzężenia zwrotnego między systemami żywymi i wewnątrz nich,
- d) możliwości zatrzymujące różnych systemów brzegowych.

III. SYSTEMY LUDZKIE NA OBSZARZE BAŁTYKU

Od czasu ustąpienia ostatniego zlodowacenia kontynentalnego, które umożliwiło zasiedlenie obszaru Bałtyku przez człowieka do chwili obecnej, zaszły gruntowne zmiany w zależnościach człowiek — środowisko. Ogromna eksploatacja surowców naturalnych postawiła system ludzki przed groźbą kryzysu ekologicznego.

Powstawanie systemów ludzkich stworzyło ważny problem dla socjologów i humanistów. Zależności w systemach, ekologiczne konsekwencje i perspektywy ich egzystencji mogą być badane przez udział wielu dyscyplin naukowych takich jak: archeologia, antropologia, etnologia, geografia kulturowa i ekonomiczna, socjologia, historia, w szczególności historia ekonomii.

Definicje systemu bałtyckiego zależą od aspektu działalności ludzkiej i dziedziny nauki, która je formułuje. Z ostatnich prac duńskich traktujących o bezpieczeństwie Bałtyku również w sensie militarnym, wynika następująca koncepcja: do bałtyckiego systemu bezpieczeństwa oprócz Cieśnin Kattegat i Skagerrak powinien być włączony Kanał Kiloński, system kanałowy przez Morze Białe i Wołgę, a do państw bałtyckich powinna być włączona Norwegia.

Wyróżniono dla obszaru Bałtyku kilka kierunków zachodzących zmian:

1. Wzrost populacji i przejście z ekonomii egzystencjalnej do ekonomii globalnej — pierwszym ważnym okresem w relacji człowiek i możliwości jego wyżywienia była tzw. rewolucja neolityczna polegająca na przejściu od koczowniczego do osadniczego trybu życia, od po-

lowań i połowu ryb do rolnictwa i hodowli bydła. Archeolodzy sądzą, że procesy te zaczęły się ok. 3000 lat przed Chrystusem w epoce kamiennej. Populacja bałtycka zmieniała się wielokrotnie wzrastając w pierwszej połowie średniowiecza, w XV i XVII w., malała w XIV w. i pod koniec XVII w. Przyczynami kryzysów były epidemie, pogorszenie klimatu itp. Oprócz różnic regionalnych spowodowanych ruchem lokalnym populacji, duży wpływ na jej wielkość miały migracje ludności. Ogólnie populacje zmieniały się przechodząc od społeczeństw o dużej śmiertelności i dużej reprodukcji, do społeczeństw stacjonarnych o niskiej śmiertelności. Wyłaniały się przy tym problemy wyżywienia. W pewnych okresach, np. w XIX w., głód niszczył populacje. Dla zaspokojenia potrzeb produkcji powiększano tereny upraw i intensyfikowano hodowlę bydła. Tak więc produkcja środków do życia była całkowicie konsumowana, co było charakterystyczne aż do XIX w., znanego z tzw. ekonomii przeżycia. Począwszy od XIX w. udoskonalono system produkcji, zwiększono eksploatację zasobów Bałtyku w wyniku narastających procesów uprzemysłowienia i urbanizacji. Ekonomia przeżycia zmieniła się w ekonomię globalną.

2. Ciągły hierarchiczny podział społeczeństwa prowadzący do współczesnych problemów nadmiernej konsumpcji i zanieczyszczenia środowiska — człowiek jako gatunek potrzebuje do życia pokarmu, ciepła i schronienia, lecz w naszej sferze kulturowej człowiek w porównaniu z innymi gatunkami stał się superkonsumentem. Pomieszczenia mieszkalne nie tylko ochraniają od zimna, są duże, luksusowe, pokarm nie tylko zaspakaja głód, jest delikatny, smaczny, jest go dużo, człowiek stara się nie tylko przeżyć, ale aby życie było pełne treści, znaczenia, aby żył po śmierci. Niestety, nie wszystkim ludziom udało się tak zorganizować życie, ponieważ zarówno w prehistorii, jak i teraz rozmieszczenie potrzebnych do życia środków było nierówne i odzwierciedlało hierarchiczny i klasowy podział społeczeństwa. Superkonsumpcja była pokryta nadwyżkami produkcji skupianymi w rękach jednostek oraz łupami z najazdów na bogate terytoria. W późniejszym okresie trzy czynniki warunkowały superkonsumpcję: handel, gromadzenie kapitału i uprzemysłowienie oraz rozwój technologii. Bałtyk zajmował kluczową pozycję handlową w świecie od wczesnego średniowiecza. Podczas istnienia Imperium Rzymskiego towary były przewożone z Bałtyku w obszar śródziemnomorski przez sieć rzek i dróg lądowych. W XVI w. handel bałtycki włączył się do handlu zaoceanicznego przez Cieśniny Kattegat i Skagerrak. Obecna żegluga bałtycka jest głównym środkiem importu ropy naftowej — najważniejszego surowca strategicznego i podstawy dla superkonsumpcji w obszarze Bałtyku. Ekosystem bałtycki był pod wpływem handlu artykułami luksusowymi, np. zwierzęta futerkowe zostały prawie całkowicie wytępione. Foki zabijano aby pozyskać futro, skórę, tran. W XIX w. tępiono je jako głównego konsumenta śledzi, obecnie zagrażają im zanieczyszczenia środowiskowe. Bałtycki handel rybami bazuje na przelowionych już zasobach śledzi, szprotów, dorszy. Szlachetne gatunki, takie jak łosoś i węgorz, są już prawie wytępione. Transport morski stanowi obecnie duże zagrożenie dla Bałtyku przez możliwość katastrofy tankowców.

Kapitał gromadzono głównie tworząc olbrzymie posiadłości ziemskie będące własnością panujących, kościoła, arystokracji, co prowadziło do superkonsumpcji małej grupy ludzi, oraz przez inwestowanie w przemysł i handel. Pod koniec XIX w. nastąpił rozkwit kapitalistycznego

uprzemysłowienia na terenie Bałtyku, głównie przemysłu drzewnego, celulozowego, chemicznego i manufaktur. Wzrosła znacznie ilość chemikaliów wlewanych do morza, przede wszystkim rtęci. Eksploatacja lasów przewyższyła ich zdolności regeneracyjne. Z pomocą przemysłowi pospieszył postęp technologiczny. W XVI w. nastąpił znaczny postęp w żegludze, metalurgii, produkcji broni i urządzeń pompujących wodę z kopalń oraz maszyn drzewnych. Ważnym i nowym elementem obecnych czasów było połączenie podstawowych badań naukowych z technologią. Współdziałanie między rolnictwem, genetyką, chemią i przemysłem maszynowym zwiększyło biologiczne oddziaływanie człowieka na środowisko Bałtyku.

3. Zmiany organizacji socjalnej i norm kulturowych poczynając od społeczeństwa chłopskiego poprzez społeczeństwo systemu feudalnego, skończywszy na społeczeństwie przemysłowym z różnymi formami ludowego uczestnictwa — związane z tymi przemianami były procesy urbanizacji przynosząc ekosystemowi bałtyckiemu zanieczyszczenia przemysłowe i komunalne, a także problemy przełomu kulturowego związanego z barierą religijną między państwami nordyckimi i słowiańskimi. Obecne różnice kulturowe w systemie bałtyckim polegają na różnicach ideologicznych między państwami socjalistycznymi i kapitalistycznymi.

4. Radykalne zmiany w podejściu człowieka do życia, które związane są z uprzemysłowieniem społeczeństw i rozwojem nowoczesnej kultury, a także zmiany w poziomie technicznym komunikacji — wiadomo obecnie, że ekosystem bałtycki jest całkowicie zdominowany przez człowieka, równowaga ekologiczna zachwiana, a próby porozumień w celu przerwania tego stanu rzeczy są nieadekwatne do sytuacji. W XIX w. wraz z tworzeniem społeczeństwa burżuazyjnego i prywatyzacji komunikacji, rozwinęła się nowa forma aktywności ludzkiej — odpoczynek. Wzrost szybkości produkcji umożliwił wydłużanie czasu wolnego od pracy poświęcanego na rekreację. Spędzanie czasu wolnego od pracy zaczęto wiązać z przyrodą, przy czym granice wypoczynku przesuwane były coraz dalej w wyniku dążenia do prymitywizmu i „dzikości”. Powstające do dziś hotele, wille, campingi, wzrost zainteresowania turystyką samochodową i pieszą, wszystko to przeobraża strefę brzegową Bałtyku, powodując jednocześnie wzrost zanieczyszczenia środowiska.

IV. SYSTEM URBANIZACYJNY BAŁTYKU

We wczesnych stadiach urbanizacji obszaru zlewni Bałtyku działalność ludzka była dostosowana do warunków środowiskowych. Problemy środowiskowe wyłoniły się w czasie ostatnich dziesięciu lat, kiedy regionalne systemy przemysłowe i urbanizacyjne rozwinęły się niezależnie od warunków środowiskowych. Na obszarze północnego Bałtyku proces urbanizacji zaczął się od wybrzeży. Miasta tworzyły się w ujściach rzek, a obszar ich wpływu w głąb lądu pokrywał się z obszarem zlewni rzeki, nad ujściem której leżało miasto. Rewolucja przemysłowa wywołała rozwój dróg lądowych. Nowe centra populacyjne w głąb lądu zaczęły tą drogą konkurować z miastami na wybrzeżu Bałtyku, zyskując obszary własnych wpływów. Rzeki straciły znaczenie jako kanały komunikacyjne. Centra na wybrzeżu rozwijały się i specjalizowały tworząc system hierarchiczny. Konsekwencją opisanych przemian była różna wielkość miast w zlewni Bałtyku. Ilość zanieczyszczeń tworzonych przez

miasta była funkcją ich wielkości i odległości od brzegu morza. W procesie urbanizacyjnym wielkie miasta rozwijały się szybciej niż małe. Ostatnio proces ten w krajach uprzemysłowionych zatrzymał się. Można wyróżnić dwa kierunki rozwoju populacji w kilku olbrzymich miastach nadbałtyckich. Zwiększenie populacji w miastach takich jak Leningrad, Ryga, Tallin, zahamowanie wzrostu a nawet jego spadek w Kopenhadze, Sztokholmie, Helsinkach. W trzech ostatnich państwach wzrost populacji następuje w miastach średniej wielkości. Aktualne kierunki rozwoju populacji wskazują, że ich wzrost powinien przesuwać się z dużych aglomeracji do małych miast, które są uważane pod tym względem za przyszłość Bałtyku, choćby ze względu na trudności sanitarne występujące w dużych miastach.

V. ŻEGLUGA BAŁTYCKA

Dzisiejsza żegluga bałtycka ma mniejsze znaczenie niż w czasach Wikingów, Hanzy czy też rozkwitu holenderskiej i brytyjskiej floty handlowej. Ważność żeglugi przez Bałtyk obniżyła się w czasie kiedy do zachodniej Europy zaczęły docierać towary z krajów zaoceanicznych. Zmiany strukturalne żeglugi potwierdzały generalne kierunki światowe, statki stawały się coraz bardziej wyrafinowane technicznie, o większym tonażu, przy jednoczesnym obniżeniu ich ilości, np. w 1975 r. w Szwecji tonaż statków był siedem razy wyższy niż na przełomie wieku, a ilość ich była pięć razy mniejsza.

Codzień ok. 700 statków i ogromna ilość kutrów i łodzi rybackich znajduje się na Bałtyku, ponad 100 statków pływa na Gotlandię. Ogromne znaczenie jako drogi handlowe mają Cieśniny Duńskie i Kanał Kiloński. Przeciętnie 150 statków dziennie wpływa i wypływa przez nie z Bałtyku. Ponad 100-kilometrowej długości Kanał Kiloński skraca dystans między Bałtykiem i kanałem La Manche o 300 mil morskich, przewożone jest przez niego 50 mln t ładunków, przez Cieśniny ok. 25—150 mln t. Po wojnie nastąpiły zmiany w ruchu pasażerskim i towarowym, wzrosła liczba ludzi, ładunków i samochodów przewożonych promami. Wzrost ruchu promów szczególnie z wybrzeży RFN spowodowany jest dominującą rolą transportu drogowego w zachodniej Europie. Porty w NRD i Polsce mają mniejsze znaczenie dla ruchu samochodów ciężarowych i osobowych ze względu na uboższą sieć dróg i niewygodne kontrole graniczne. W ZSRR porty bałtyckie współzawodniczą z portami czarnomorskimi, ale bałtyckie dominują w handlu z Europą Zachodnią. Głównymi towarami przewożonymi przez Bałtyk są: węgiel z Polski, ropa naftowa z ZSRR i rudy żelaza ze Szwecji. W związku z ogromnym nasileniem żeglugi handlowej, żeglarstwa i sportu motorowodnego wzrosło zanieczyszczenie Bałtyku. Zgodnie z Konwencjami Bałtyckimi zwiększono kontrolę eksploatacji statków, a także zaczęto budować w portach urządzenia dla ich obsługi.

VI. ZANIECZYSZCZENIA PRZEMYSŁOWE W OBSZARZE ZLEWNI BAŁTYKU

Dane określające ilość zanieczyszczeń dostających się do Bałtyku nie są całkowicie pewne. Naukowcy nawołują do współpracy między rządami i przemysłem państw nadbałtyckich w celu kontroli i zmniejszenia ilości zanieczyszczeń. Szwedzki Urząd Ochrony Środowiska ma specjalny

program ciągłej obserwacji stanu rzek wpływających do Bałtyku. Przemysł szwedzki jest systematycznie kontrolowany a każda z jego gałęzi ma narzucone specjalne normy odnośnie ilości wypuszczanych ścieków. Tak więc rząd otrzymuje informacje, z których może oszacować całkowitą ilość zanieczyszczeń pochodzących z przemysłu. Urząd Przemysłu Narodowego zobowiązał w 1975 r. przemysł szwedzki do opracowania prognoz jego kierunków rozwojowych na następne 10 lat, a także metod zmniejszenia zanieczyszczeń. W Finlandii program środowiskowy rozpoczął się później, oczywiście dane dotyczące wielkości produkcji i ilości zanieczyszczeń są również dostępne. NRD i RFN nie mają znaczącego wpływu na zanieczyszczenia Bałtyku, ich ścieki spływają głównie rzekami do Morza Północnego. Wpływ Danii dotyczy głównie Cieśnin i Morza Północnego. Dane o produkcji i wielkości zanieczyszczeń wpuszczanych do Bałtyku przez Polskę i ZSRR są praktycznie niedostępne i opierają się na domysłach i nieformalnych przekazach. Przemysł w krajach nadbałtyckich opiera się głównie na lokalnie dostępnych surowcach, takich jak rudy, drewno itd. Kraje te są bogate w wodę, która jest zużywana na cele przemysłowe w bardzo dużych ilościach. Dzięki ostatnim przepisom o ochronie środowiska i wprowadzeniu nowoczesnych procesów technologicznych, zmniejszyło się zużycie wody w przemyśle i zmalała ilość zanieczyszczeń przemysłowych spuszcanych do Bałtyku, głównie w Skandynawii.

Przemysł w zlewni Morza Bałtyckiego skoncentrowany jest głównie na wybrzeżu lub w jego sąsiedztwie. W Polsce, główne centra przemysłowe znajdują się w głębi kraju. Możliwości produkcyjne przemysłu metalowego, chemicznego i celulozowo-papierniczego są różne dla różnych obszarów nadbałtyckich. Oszacowując wielkość zanieczyszczeń przemysłowych skoncentrowano się na gałęziach o znanej wielkości produkcji. I tak, metale ciężkie: miedź — czwudzki zakład metalowy w Skelleftehamn produkuje 65 t miedzi rocznie i 10 t zanieczyszczeń, tj. 0,06 kg miedzi na każdą tonę produktu. Zainwestowano miliony koron, aby zredukować zanieczyszczenia do opisanego poziomu. Dla porównania wartość ta w Polsce wynosi 0,18 kg miedzi na tonę produktu. Jeśli miedź spływa do Bałtyku rzekami to nie wiadomo jaka jej ilość rzeczywiście wpływa do morza. Obliczenia wskazują, że rocznie do Bałtyku dostaje się 50 t miedzi, z czego ze Skandynawii 16 t. Azot i fosfor — fabryka nawozów w Koping produkuje 100 kt amoniaku i 450 kt nawozów rocznie, wypuszczając dziennie do wody 1 t azotu i 20 kg fosforu. Dla Polski i ZSRR przyjęto, że średnia fabryka (produkująca 100 kt azotu i 20 kt kwasu fosforowego rocznie) wypuszcza dziennie ze ściekami 3 t azotu i 100 kg fosforu. BZT, lignina, chlorowane fenole — ilość ligniny w ściekach zależy od użytego surowca i rodzaju procesu technologicznego. Poziom tych zanieczyszczeń możliwy do oznaczenia dla szwedzkich fabryk celulozowych, w przypadku innych krajów oparty jest jedynie na przypuszczeniach. Dane te dotyczą różnych części zlewni Bałtyku oraz morza jako całości. I tak, zanieczyszczenie materią organiczną, głównie z przemysłu nawozów sztucznych, wynosi 343,5 — wg oznaczeń BZT₇, w tej liczbie 201,5 BZT₇ spływa do Bałtyku przez rzeki. Największa ilość materii organicznej spływa do Bałtyku w obszar Zatoki Botnickiej i Fińskiej.

Zanieczyszczenia wpływające do Bałtyku przez rzeki nie są tak groźne dla ekosystemu, jak wpływające bezpośrednio do morza. Zanieczyszczenia pochodzące z fabryk nawozów w ZSRR i Polsce są dużo

większe niż ze Skandynawii, która z kolei dominuje w ilości zanieczyszczeń z przemysłu papierniczego i celulozowego. W walce z zanieczyszczeniami przoduje Szwecja. Dokonano tego różnymi metodami, głównie ograniczając zanieczyszczenia powstające w trakcie każdego etapu procesu produkcyjnego. Bardzo ważna była decyzja Szwedzkiego Urzędu Ochrony Środowiska odnośnie chemicznego strącania zanieczyszczeń w ściekach z dużych aglomeracji. Niezależnie od budowy oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych, prowadzi się w Szwecji ciągłą obserwację stanu zanieczyszczeń wody w miejscach, do których ścieki są wlewane. Podobne prace prowadzi się w Finlandii, natomiast brak jest danych dotyczących pozostałych krajów nadbałtyckich.

VII. GŁÓWNE ZANIECZYSZCZENIA POCHODZENIA LĄDOWEGO WPŁYWAJĄCE DO BAŁTYKU

Zanieczyszczenia spływają do Bałtyku czterema drogami: ze ściekami przemysłowymi i komunalnymi bezpośrednio, lub pośrednio przez rzeki, przez osiadanie z atmosfery, przez wyrzucanie ze statków i katastrofy statków. Oprócz katastrof statków, pozostałe drogi są głównymi źródłami zanieczyszczeń Bałtyku. Podstawą poniższych danych były informacje uzyskane z ankiety przeprowadzonej przez Grupy Robocze Międzynarodowej Rady Eksploracji Morza i Międzynarodowego Komitetu Badań Oceanicznych w 1972 r. oraz szczegółowe badania i raporty wykonane w ostatnich latach w państwach nadbałtyckich. Wśród wielu czynników wpływających na losy spuszczanych do Bałtyku zanieczyszczeń bardzo ważne są lokalne warunki hydrograficzne. W zależności od mieszania wód, zasolenia, mętności, zanieczyszczenia mogą być transportowane na duże odległości lub osiadać na dnie blisko miejsca gdzie zostały wypuszczone np. procesy dynamiczne w ujściach rzek decydują o możliwościach spłynięcia zanieczyszczeń do środowiska morskiego.

Spływ zanieczyszczeń do Bałtyku związany z jego długą linią brzegową (20 000 km). Zlewnia Bałtyku ma powierzchnię $1,6 \times 10^6$ km², całkowity wypływ wód rzecznych do Bałtyku wynosi 430 km³ rocznie, co stanowi 20% objętości jego wody. Populacja ludzka uczestnicząca w produkcji zanieczyszczeń komunalnych liczy ok. 17,5 mln. Całkowita ilość zanieczyszczeń pochodzenia domowego wchodzących bezpośrednio do Bałtyku wynosi $2,3 \times 10^6$ m³ dziennie, pośrednio z okolic Øresund, Sztokholmu i Zatoki Fińskiej wynosi $1,2 \times 10^6$ m³ dziennie. W liczbach tych zawierają się również ścieki przemysłowe, ponieważ np. Dania i NRD traktują czasami ścieki komunalne i przemysłowe razem. Ilość i jakość ścieków przemysłowych zależy od używanych surowców i procesu technologicznego. Rolnictwo przyczynia się do wzrostu ilości nutrientów, materii organicznej i pestycydów w rzekach zlewni Bałtyku.

Ilość materii organicznej wyrażona jest jako biochemiczne zapotrzebowanie tlenu mierzone podczas rozkładu danej ilości materii w ciągu 7 dni. Oczywiście wiele odpadów, np. z przemysłu papierniczego i celulozowego, ulega rozkładowi w czasie dłuższym od 7 dni i zużywa więcej tlenu, tak więc BZT₇ jest prawdziwie tylko dla części materii organicznej. Połowa całkowitej ilości materii wnoszona jest do Bałtyku przez rzeki, druga połowa przez ścieki komunalne i przemysłowe w proporcji charakterystycznej dla każdego obszaru zlewni. W Zatoce Botnickiej prze-

mysł jest największym źródłem materii wpływającej bezpośrednio do morza. Duża gęstość populacji w południowo-zachodnim Bałtyku i w Zatoce Fińskiej decyduje o dużej ilości materii organicznej w ściekach komunalnych. Całkowita ilość materii wpływającej do Bałtyku przez rok wynosi $1,35 \times 10^6$ ton.

Azot spływający do Bałtyku pochodzi po połowie z komunalnych i przemysłowych ścieków. Wyjątek stanowi Zatoka Botnicka, gdzie 90% azotu spływa rzekami. W Zatoce Fińskiej 66% azotu spływa rzekami, 12% ze ściekami komunalnymi, 22% ze ściekami przemysłowymi. Największą ilość azotu wnoszą polskie rzeki. Poza tym brak jest danych dotyczących Polski i ZSRR. Całkowita ilość azotu wpływająca do Bałtyku przez rok wynosi 309 000 ton. Brak jest również informacji dotyczących spływu fosforu z południowych i południowo-wschodnich wybrzeży Bałtyku. Wiadomo natomiast, że największa jego ilość spływa również rzekami polskimi. Około 90% fosforu w Zatoce Botnickiej spływa do morza przez rzeki, w Morzu Botnickim i Zatoce Fińskiej po 80%. Całkowita ilość fosforu dostająca się do Bałtyku przez rok wynosi 26 000 ton.

Ścieki komunalne i przemysłowe zawierają również metale ciężkie (rtęć, kadm, ołów, chrom, miedź, cynk), związki chlorowcoorganiczne (PCBs, pestycydy) oraz węglowodory z przeróbki ropy naftowej (fenol). Przemysłowe źródła metali ciężkich to fabryki stali i żelaza, rafinerie ropy, fabryki powłok metalicznych, górnictwo. Brak jest danych dotyczących całkowitego spływu metali ciężkich do Bałtyku, przytoczone cyfry mogą służyć jedynie jako przykłady. I tak np. spływ rtęci w ściekach komunalnych w rejonie Sztokholmu wynosi 360 kg rocznie, a całkowity spływ tego metalu do Zatoki Botnickiej w 1976 r. — pochodzenia przemysłowego — wynosił 0,9 t. Rtęć dostaje się do morza w ściekach lub z atmosfery. Jest to najgłośniejszy z metali, toteż stopniowo ogranicza się jego używanie w procesach technologicznych. Zaniechano w ogóle używania DDT i PCB. Węglowodory dostają się do Bałtyku z rafinerii i petrochemii, a także ze statków.

W ostatnim dziesięcioleciu zarysowała się ogólna tendencja zmniejszenia poziomu zanieczyszczeń w wyniku przerwania używania toksycznych substancji i budowy oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych; np. wzdłuż wybrzeży szwedzkich od 1969 do 1977 roku zmniejszono ilość fosforu o 14% w rzekach, o 88% w ściekach komunalnych i o 44% w ściekach przemysłowych. Siedem państw nadbałtyckich wprowadziło kontrolę i ograniczanie zanieczyszczeń Bałtyku substancjami pochodzenia lądowego w ramach Konwencji o Ochronie Środowiska Morskiego.

VIII. ZANIECZYSZCZENIA PRZENIESIONE DO BAŁTYKU DROGĄ POWIETRZNĄ

W transporcie materii między fazami powietrze—morze bierze udział szereg procesów fizycznych i chemicznych. Częstki zanieczyszczeń mogą osiadać w morzu w postaci aerosolu lub też być bezpośrednio absorbowane przez powierzchnię morza. Gazy lub cząstki mogą być włączone w krople deszczu i płatki śniegu podczas ich tworzenia w atmosferze lub w czasie ich opadania na ziemię. Występuje też transport oddolny cząsteczek zanieczyszczeń, np. rozbryzgi fal tworzą spray morski, który może przenosić cząsteczki DDT czy PCB. Jednak wiedza na ten temat

jest znikoma. Istnieje szereg problemów metodologicznych przy pomiarach procesu osiadania zanieczyszczeń z atmosfery. Podstawowym wydaje się być nieznajomość charakterystycznej odległości, na jaką zanieczyszczenia są przenoszone przed osiadaniem na powierzchni Bałtyku. Dane z dwudziestu minionych lat dotyczące północno-wschodniej Europy wykazały, że w procesie osiadania jonów nieorganicznych biorą udział głównie jony wodoru, amoniaku, siarczanów, azotanów i wapnia. Amoniak stanowi ok. 30% składników azotowych w powietrzu. Stężenie fosforanów jest zmienne, ogólnie poniżej 100 µg na litr powietrza. Dane o zawartości metali ciężkich w opadzie atmosferycznym wskazują na dominującą rolę ołowiu. Stężenie niektórych metali ciężkich jest dwukrotnie wyższe na południu Skandynawii niż na północy. Rtęć występuje w powietrzu w formie gazowej, stężenie rtęci poza miastami na południowo-zachodnim wybrzeżu Szwecji wynosi 10–20 mg na metr sześcienny na jesieni. Ponadto badacze sugerują, że powierzchnia morza w rejonach przybrzeżnych może emitować rtęć w formie gazowej, co zwiększa błąd pomiarów.

Wykryto także w środowisku biologicznie znaczące stężenie długo rozszczepialnych cząstek radioaktywnych, strontu 90 i cezu 137. W Szwecji w latach 1971–75 średni roczny opad pyłu ^{90}Sr wynosił 9,14 mCi na kilometr kwadratowy, średni roczny opad pyłu ^{137}Cs — 0,2 mCi/km² przy średnim stężeniu w powietrzu 1 fCi/kg.

Oszacowana szybkość osiadania DDT z opadów wynosiła 1000 ng/m²/mies. przy stężeniu w opadzie 20 ng/litr, PCB — 1600 ng/m²/miesiąc przy stężeniu 32 ng/litr. DDT i jego metabolity uwalniane są do wód Bałtyku z rozkładających się skażonych organizmów. Koncentrują się na powierzchni i stąd z aerosolem wodnym przenoszone są do obszarów przybrzeżnych, gdzie ich zawartość jest wyższa niż w głębi łądu. Tak więc Bałtyk jest zarówno zbiornikiem jak i źródłem DDT.

IX. WPŁYW CZŁOWIEKA NA EKOSYSTEM BAŁTYKU

Wpływ człowieka na Bałtyk był dawniej nieznaczący, obecnie wokół bałtycka populacja ludzka (17 mln) swoją działalnością wywołuje zmiany w środowisku, czego konsekwencje są nieraz dramatyczne. Zmiany środowiska bałtyckiego wywołane są eutrofizacją, nagromadzeniem się substancji toksycznych w żywych i nieżywych komponentach ekosystemu, rozlewaniem olejów i ropy naftowej na powierzchni morza.

Z punktu widzenia zdrowia człowieka Bałtyk jest morzem bezpiecznym. Choroby ryb i pasożytnictwo nie wpływają na człowieka. Pokarmem czerpanym z morza są ryby. Oczywiście ryzyko nagromadzenia się w nich substancji toksycznych było i jest duże, stąd podejmowano środki ostrożności mające na celu uniknięcie zatrucia pokarmowych wśród ludzi, np. w Szwecji zabroniono sprzedaży dorsza z Bałtyku południowego ze względu na wysokie stężenie rtęci w jego ciele (powyżej 1 mg/kg suchej masy).

Wpływ fizyczny człowieka na Bałtyk polega na operacjach inżynierskich w strefie przybrzeżnej (tworzenie grobli dla szos, pogłębianie, tworzenie śmietnisk, izolowanie zatok na zbiorniki słodkowodne na przedpolach miast i fabryk), przyspieszaniu procesu cofania się morza (melioracja) jak i przez wzmożony ruch promów, statków i szybkich łodzi, które zwiększając falowanie przyspieszają erozję płytkiego litoralu.

Działalność człowieka wpływa na skład gatunkowy fauny Bałtyku. Wiele gatunków jest zagrożonych, np. bielik *Haliaetus albicilla*, rybołów *Pandion haliaetus*, kilka gatunków fok. Są one jednocześnie sygnałem ostrzegawczym dla człowieka. W ciągu ostatnich dziesięcioleci zaintrygowano kilka gatunków zwierząt np. ślimak *Potamopyrgus jenkinsi* pochodzący z Nowej Zelandii, chiński krab *Eriocheir sinensis*, wśród ssaków amerykański piżmoszczur *Ondatra zibethica* i norka *Mustela vison*, wśród ptaków bernikla kanadyjska *Branta canadensis*. Na szczęście introdukcje te nie przyniosły żadnej zarazy. Czasem człowiek występuje jako czynnik ochraniający gatunki, np. zasoby troci i łososia istnieją dzięki sztucznym wylęgarniom, wpływ ostrych zim na orły i łabędzie wyeliminowano przez dokarmianie nieskażonym pokarmem. Populacja wszystkożernej mewy srebrzystej *Larus argentatus* wzrosła lokalnie 10-krotnie z powodu dostępu do nowych źródeł pokarmu — śmieci i odpadów z rybołówstwa przemysłowego. Wzrost populacji edredona miękkipióra *Somateria mollissima*, nurnika *Cephus grylle* i alki *Alca torda*, nastąpił z powodu nieużywania tych ptaków i ich jaj jako pokarmu dla człowieka.

Użyźnianie Bałtyku w procesie eutrofizacji jest korzystne, zwiększyło bowiem jego wartość jako źródła pokarmu dla człowieka. Całkowite połowy (2,4 t/km² w 1976 r. są tylko 2-krotnie mniejsze w porównaniu z połowami w Morzu Północnym, uważanym tradycyjnie za wysoko produktywne. Eutrofizacja powoduje też rozwój warunków beztlenowych i nagromadzenie się siarkowodoru w głębokich basenach na południu i w centrum Bałtyku. W konsekwencji na tych obszarach dna eliminowane jest życie biologiczne. I tak np. obszar dna pozbawiony makroskopowego życia wynosił w 1971 r. w głębi Bornholmskiej 7 km², w głębi Gdańskiej 4 km², w głębi Gotlandzkiej 50 km². Dla porównania, w 1929 r. nie stwierdzano w ogóle w tych rejonach obszarów dna całkowicie pozbawionych życia.

Po wymianie wody w strefach przydennych zwierzęta mogą je szybko zasiedlić, ale ich zespoły są bardziej odporne od tych sprzed warunków beztlenowych. Zanotowano też pozytywną korelację między nadwyżką fito- i zooplanktonu w wodach powierzchniowych a produkcją tłuszczu w rybach pelagicznych.

Dopływ substancji toksycznych i ropy naftowej do wód Bałtyku spowodował niezamierzony i niekontrolowany eksperyment ekspozycji życia biologicznego na ich działanie. Akumulacja zanieczyszczeń zachodzi przede wszystkim w płytkowodnych obszarach litoralu, np. w rejonie Wysp Alandzkich. Oszacowano, że 85% rtęci akumuluje się w Bałtyku w rejonie przybrzeżnym, 6% w pelagialu, 9% przedostaje się przez Cieśniny Duńskie. Stężenie DDT i PCB w ciele ptaków, fok i ryb było 10 razy wyższe w Bałtyku niż w morzach na zachód od Szwecji. Alarmujące są raporty o katastrofalnym obniżeniu się liczby fok (*Pusa hispida* i *Halichoreus grypus*), co związane jest z nagromadzeniem się w ich ciele DDT i PCB. Substancje te odkładają się w tkance tłuszczowej fok: np. u samców — 130 mg DDT na kilogram masy ciała oraz 100 mg PCB na kilogram masy ciała. W ciele samicy odkłada się nieco mniej tych trujących substancji.

W ostatnich 10 latach stężenie rtęci w rybach zmniejszyło się o ok. 30%; zmniejszyła się także zawartość DDT.

Oszacowano, że rocznie przedostaje się do wód Bałtyku 40 000 t ropy naftowej, na działanie której czule są szczególnie stadia larwalne oraz ptaki, np. łódówka *Clangula hyemalis*. W ostatnich latach nastąpiło obniżenie ilości ropy naftowej w wodach Bałtyku, o czym świadczyć może fakt, że w latach 1970—75 tylko 15% próbek wody analizowanych w Szwecji zawierało powyżej 0,05 mg ropy naftowej w litrze wody morskiej. Ilość ofiar ptasich systematycznie maleje.

Wspólny wysiłek państw uczestników Konwencji Helsińskiej ma za cel ochronę przed dalszymi zanieczyszczeniami Morza Bałtyckiego, uważanego do tej pory za najbardziej zanieczyszczone w skali światowej.

X. STAN ZASOBÓW RYBNYCH BAŁTYKU

Wraz z drastycznymi zmianami warunków biologicznych i fizycznych Bałtyku w kierunku z południa na północ, zmienia się także biomasa, produkcja i połowy ryb. 90% łowionych ryb to śledzie (*Clupea harengus*), szproty (*Sprattus sprattus*) i dorsze (*Gadus morrhua*). Połowy na jednostkę powierzchni wynoszą 2,2 g/m²/rok i są o połowę niższe niż w Morzu Północnym, gdzie osiągają 5,2 g/m²/rok. Występują w Bałtyku duże różnice regionalne w biomase, produkcji i wielkości połowów, zmniejszają się one z południa Bałtyku na północ. Najuboższym regionem jest Zatoka Botnicka (całkowite połowy ryb bałtyckich szacowano w okresie 1970—75 na ok. 900 tys. t średnio rocznie); 1/3 całkowitych połowów bałtyckich — to połowy Związku Radzieckiego (ok. 30% śledzia i 60% szprot). Niezależnie od śledzi, szprotów i dorszy w niektórych krajach odławia się ryby słodkowodne, takie jak: okoń, płoć, szczupak, leszcz, flądra.

Duże zmiany w zasobach śledziowatych nastąpiły w wyniku przełowienia. Na początku wieku połowy bałtyckie nie przekraczały 100 000 t rocznie, w latach 50-ych były już czterokrotnie wyższe, a w 1975 r. nastąpił nienormalny wzrost do 974 000 t. Główny udział w tak dużych połowach miały państwa socjalistyczne. Nastąpiło generalne obniżenie biomasy i produkcji śledziowatych, połowy wzrastały do 1974 r. i od tego czasu utrzymują się na stałym poziomie.

Badania wykazały, że przy obecnym tempie odłowów zasoby śledzi mogą wyczerpać się zupełnie. Produkcja i biomasa dorszy podwyższyła się o ok. 60%, choć połowy tych ryb również wzrosły. Inne gatunki eksploatowane w celach handlowych (węgorz, łosoś, flądrawate) stanowią razem 13% ogólnej wartości odłowów. W przypadku węgorzy i łososi rybołówstwo jest głównym czynnikiem ograniczającym biomasę tych ryb. W wielu krajach zrezygnowano z połowu flądrawatych.

Oddziaływania międzygatunkowe między śledziem, dorszem i szprotem polegają z jednej strony na nieznacznej konkurencji o pokarm, z drugiej zaś dorosłe dorsze zjadają ponad 300 000 t śledzi i 200 000 t szprotów. Tak więc drapieżność dorszy osiąga podobne rozmiary jak połowy śledziowatych.

W roku 1973 kraje nadbałtyckie przyjęły Konwencję o Rybołówstwie i Ochronie Żywych Zasobów Bałtyku i jego Zatok. Międzynarodowa Komisja Rybołówstwa Bałtyckiego, jako organ wykonawczy, była powołana w rok później. Obecne postanowienia dotyczą takich spraw jak: ciągłego ograniczenia połowów, ustanowienia sezonów zamkniętych dla połowów,

określenia maksymalnych wielkości odłowów i ustalenia minimalnego oczka sieci. Na przykład, w 1979 r. dopuszczone wielkości połowów szprota, śledzia i dorsza, ustalone przez Międzynarodową Komisję Rybołówstwa, wynosiły odpowiednio 161—386 i 175 tys. t.

Międzynarodowe zarządzanie zasobami Bałtyku stało się skomplikowane od momentu ustanowienia państwowych stref połowowych. Przewidywania na przyszłość mówią o dalszym wzroście połowów, niestety ponad wielkości dopuszczalne, które doprowadzą do dalszego obniżenia zasobów ryb i upadku rybołówstwa bałtyckiego w ciągu kilku lat. Wszystkie kraje są oczywiście świadome tego niebezpieczeństwa.

XI. WSPÓLPRACA MIĘDZYNARODOWA W CELU OCHRONY BAŁTYKU

W latach 60-ych wynikała konieczność pilnej akcji ze strony państw nadbałtyckich, w celu ochrony Bałtyku i uniknięcia nieodwracalnych zmian w jego ekosystemie. Współpracę międzynarodową zainicjowała Konferencja ONZ o Środowisku Człowieka w 1972 r. w Sztokholmie. W marcu 1974 r. w Helsinkach 7 państw nadbałtyckich przyjęło Konwencję o Ochronie Środowiska Morskiego Obszaru Morza Bałtyckiego, która uprawomocniła się w maju 1980 r. Prace wykonawcze polecono Grupom Roboczym odpowiedzialnym przed Komisją Tymczasową złożoną z reprezentantów wszystkich społeczeństw bałtyckich. Konwencja zawiera 29 artykułów i 6 aneksów, które dotyczą problemu zanieczyszczenia Bałtyku z ładu, powietrza, wody oraz statków. Zawiera ona porozumienie sprzeciwiające się wlewaniu olejów, ropy naftowej i innych substancji toksycznych do morza. W przyszłości przewiduje się ciągłą obserwację plam rozlanej ropy naftowej. Powołana Komisja Ochrony Morskiego Środowiska Bałtyku ma pilnować wywiązywania się z Konwencji, kierować badaniami naukowymi Bałtyku i ustalać dopuszczalne wielkości zanieczyszczeń. Od 1974 r. odbyło się 6 spotkań Komisji Tymczasowej. Prace wykonywane są przez dwie Grupy Robocze: Naukowo-Techniczna Grupa Robocza — ustala dopuszczalne wielkości wypuszczanych zanieczyszczeń, kieruje ciągłą obserwacją środowiska (eutrofizacja, niedobór tlenu, substancje toksyczne), opracowuje metody ochrony wód; Tymczasowa Grupa Robocza — prowadzi prace nad ochroną przed zanieczyszczeniami ze statków, eksperymenty terenowe, walkę z plamami ropy naftowej i olejów.

Inne konwencje dotyczące Bałtyku:

— Konwencja o Przerwaniu Zanieczyszczeń Morza Odpadkami ze Statków i Samolotów, Oslo 1972, podpisało 12 krajów, obejmuje Północny Atlantyk i Morze Północne z Cieśninami Kattegat i Skagerrak.

— Konwencja o Przerwaniu Zanieczyszczeń Morza Śmieciami i Inną Materią, Londyn 1972, podpisało 30 krajów z Danią, Finlandią, Norwegią i Szwecją, dotyczy tych samych problemów co Konwencja z Oslo oraz substancji radioaktywnych.

— Konwencja o Przerwaniu Zanieczyszczeń Pochodzenia Lądowego, Paryż 1974, podpisało 7 krajów, obejmuje obszary te same co Konwencja z Oslo oraz wody przybrzeżne.

— Porozumienie między Danią i Szwecją o Ochronie Cieśnin przeciw Zanieczyszczeniom, 1974 r.

— Konwencja o Przerwaniu Zanieczyszczeń ze Statków, 1973 r.

XII. GŁÓWNE ORGANIZACJE NAUKOWE BAŁTYKU

Unikalny charakter Bałtyku i jego wrażliwość na zanieczyszczenia zwróciły uwagę dużej liczby naukowców oraz ludzi związanych z nauką i problemami ochrony środowiska przyrodniczego. Bałtyk jest najbardziej badanym morzem na świecie. Wśród ponad 350-osobowej grupy naukowców zajmujących się badaniami Bałtyku 3/4 to biolodzy, 1/4 oceanografowie i chemicy. Działają oni w licznych organizacjach międzynarodowych podlegających lub nie podlegających właściwym administracjom rządowym, z których ok. 12 zajmuje się wyłącznie Bałtykiem, inne traktują Bałtyk jako część swoich zainteresowań. Rokrocznie odbywa się 20—25 międzynarodowych spotkań Grup Roboczych, wzdłuż wybrzeży Bałtyku działa ok. 25 całkowicie lub częściowo morskich instytutów. Po Bałtyku pływa ok. 20 statków naukowych, nie licząc małych badawczych łodzi motorowych i łodzi straży brzegowej. Niestety, nie można było uniknąć tak dużej ilości organizacji i spotkań na różnym poziomie. System organizacji bałtyckich powinien być w przyszłości uproszczony, nie angażować większej ilości ludzi, lecz wrócić do praktycznych i efektywnych prac naukowych.

WALENTY MOSKWA, DANUTA ERTEL

GŁOS W DYSKUSJI O „BIOELEKTRONICE” W. SEDLAKA

WYSŁUCHAWSZY OBU POWAŻNIONYCH
STRON, PRZEKONASZ SIĘ ŁATWO, IŻ
WIĘCEJ PRZEMILCZANO NIŻ POWIE-
DZIANO.

T. Tiger

Dobrze, że doczekaliśmy się wreszcie fachowej dyskusji nad bioelektroniką w postaci recenzji K. L. Wierzchowskiego o książce „Bioelektronika” W. Sedlaka (Kosmos A, 1981, XXX, 2: 183—94). I nawet nie szkodzi, że wypowiedź ta jest miejscami zapalczywa i niezbyt dyplomatyczna. Ze swej strony mieliśmy już okazję zabierać głos w tej sprawie (Kosmos A, 1978, XXVII, 3: 353—54), również obecnie chcielibyśmy poczynić pewne uwagi i wyjaśnienia.

Chodzi nam o to, aby w obliczu tak negatywnej recenzji zapobiec „wylaniu dziecka wraz z kąpielą”, zaś dzieckiem w danym razie jest biologia kwantowa, występująca w piśmiennictwie światowym pod ciągle zmieniającymi się nazwami: bioenergetyka, bioelektronika, biologia submolekularna czy subatomowa, biologia elektromagnetyczna, bioelektromagnetyzm, solid state biology itd.

Otóż bezpardonowo nieprzychylna krytyka terminologicznych czy nawet pojęciowych uchybień w publikacjach Sedlaka mogłaby w oczach czytelników zdyskredytować samą uprawianą przez niego dyscyplinę oraz wartościowy trzon jego teoretycznych koncepcji.

Każdy, kto jest zapoznany ze światowym piśmiennictwem bioelektronicznym, może potwierdzić, że prace Sedlaka wyróżniają się na tym tle korzystnie bogactwem tematyki, nowoczesnością traktowania zagadnień, wielką inwencją i wyobraźnią, odwagą do wysuwania śmiałych, radykalnych hipotez.

Nie należy też sądzić, iż Sedlak jest w dziedzinie bioelektroniki jakimś osamotnionym obsesjonistą. Ten trend w biologii rozwija się w Europie i Ameryce już od 20-ych lat naszego stulecia, tj. od przeszło pół wieku i ma licznych przedstawicieli. Aktualnie istnieje Międzynarodowe Towarzystwo Bioelektroniki im. Vincenta z siedzibą w Paryżu i dużą filią w RFN oraz Zrzeszenie Medycyny Bioenergetycznej (bliźniak poprzedniego) w Monachium. A co ważniejsze, działa w różnych krajach co najmniej 10 aktywnych ośrodków bioelektroniki, a mianowicie:

- w Paryżu (z inicjatywy L. C. Vincenta),
- w Pecs na Węgrzech (pod kierunkiem E. Ernsta),
- w Ameryce, najbardziej znany wokół osoby A. Szent-Györgyiego, oraz kilka pomniejszych animowanych np. przez F. Cope’a czy R. O. Beckera i innych,

— w RFN w Norymberdze i Monachium (pod patronatem H. L. Kö-niga),

— w Alma Acie w ZSRR (wokół W. M. Iniuszyna),

— i wreszcie w Lublinie na KUL-u u prof. Sedlaka.

Poza tym działa na całym świecie a również i w Polsce spora rzesza indywidualnych badaczy, którzy na własną rękę prowadzą badania z zakresu bioelektroniki, ale nie wiążą się organizacyjnie czy chociażby deklaratywnie z żadną z ww. grup.

Tyle o randze bioelektroniki jako o dyscyplinie naukowej. A teraz przejdźmy do omówienia zarzutów wysuniętych we wspomnianej recenzji przeciw książce W. Sedlaka pt. „Bioelektronika”. W obawie, aby nasza polemika nie przekształciła się w przydługi, drobiazgowy i nużący wykład bioelektroniki, skupimy się tylko na sprawach najistotniejszych.

Główne ostrze krytyki było skierowane przeciwko „elektronicznemu modelowi życia” względnie „elektronicznej teorii życia”. Otóż od razu można powiedzieć, że nowsze próby biofizycznego modelowania czynności życiowych (pochodzące notabene nawet spoza kręgu bioelektroników) idą w zasadzie po myśli Sedlaka¹.

Przypomnijmy, iż wg Sedlaka „bioelektroniczny model organizmu” przedstawia się następująco: „Technicznie określając, żywy układ byłby laserem małej mocy, pracującym na półprzewodniku organicznym przy użyciu wszelkiego rodzaju pompowania: optycznego, akustycznego (piezoelektryczne własności), paramagnetycznego, cząstkowego (rekombinacja rodników), oraz elektronowego. Prawdopodobnie wykorzystuje też pulsację pola elektrycznego i związaną z tym polaryzację dielektryka półprzewodnikowego. Wszystkie te rodzaje aktywacji streszczają się w półprzewodniku do elektromagnetycznego pompowania. Biologiczny laser jest więc wydajnym transformatorem każdej informacji na fotonowe kwanty” (str. 108 i dalsze).

W innym miejscu nazywa żywy układ „paramagnetycznym wzmacniaczem” (str. 213 i dalsze), a to ze względu na ferrytopodobną strukturę żywej materii (zawiesina paramagnetycznych centrów w diamagnetycznym ośrodku — str. 227 i dalsze).

Jeszcze w innym miejscu nazywa organizm „elektromagnetycznym oscylatorem” (str. 55 i dalsze).

Przekaznikiem energii i informacji wewnątrzustrojowej byłby „trójukład: elektron—foton—fonon” (str. 423 i sąsiednie).

Z perspektywy dwóch lat od chwili ukazania się omawianej książki najistotniejszą wydaje się odpowiedź na pytanie: czy eksperymenty przeprowadzone w pracowniach całego świata potwierdzają czy podważają koncepcje i hipotezy prof. Sedlaka? Czy jego „elektroniczny model życia”, który wyprzedza w czasie zarówno teorię jak i eksperymenty, można traktować jako nowy krok na drodze nauki do poznania tajemnic życia, czy też należy zaliczyć go do science-fiction? Oddajmy głos innym badaczom.

Według Greena [17] cała bioenergetyka opiera się na czterech mechanizmach względnie zasadach:

1. Przetwarzanie przez molekuly białkowe energii cieplnej na elektryczną, mechaniczną i chemiczną („the thermal-electro-mechano-chemical principle”).

2. Enzymy jako molekularne maszyny napędzane elektro-mecha-

¹ Vide prace Blumenfelda, Greena, Froehlicha, Poppa i in. w piśm.

no-chemicznie, a odbywające powtarzalne cykle polaryzacji i depolaryzacji elektrycznej i zmian konformacyjnych oraz polaryzujące przy tym cząsteczki substratu („the polarization-depolarization principle”).

3. Powiązanie transferu grup chemicznych z ww. mechanizmem allosteryczno-polaryzacyjnym enzymu („the group transfer-polarization principle”).

4. Pośrednictwo białek w kierunkowym przepływie ładunków elektrycznych oraz energii między egzergonicznymi i endergonicznymi centrami („the complementary and vectorial charge flow principle”).

Każdy z ww. punktów ma oprócz tego swoje promieniowe czy „radiacyjne” warianty, jeśli przetwarzana jest zamiast energii cieplnej energia promienista poniżej lub powyżej zakresu cieplnego. Poza tym każda z wymienionych czterech operacji może doprowadzić molekuly do stanów wzbudzonych i metastabilnych.

W sumie określa Green funkcjonalne białka jako „urządzenia do gromadzenia i przechowywania energii”, a dzieje się to na drodze jonizacji i przepływu ładunków oraz w formie stanów wzbudzonych i zmian konformacyjnych molekuł i ich zespołów.

Analogiczny obraz cyklicznych zmian konformacyjnych i elektrycznych podczas biokatalizy roztacza również Blumenfeld [3], przy tym zaznacza, że tę maszynową zasadę pracy enzymów można rozszerzyć w ogóle na wszystkie procesy wchodzące w zakres bioenergetyki.

Pomysły te właściwie zdążono już wykorzystać (exemplum: „konformonowa” hipoteza przewodnictwa nerwowego Augensteina, Changeau, Lehningera i in., „solitonowa” hipoteza skurczu mięśniowego Dawydowa, „wibracyjna” hipoteza pracy receptorów węchowych Klonowskiego, „ekscytonowa” hipoteza działania receptorów słuchowych Batteau, „piezoelektryczny” model pobudliwości błonowej Güselcu itd.).

W świetle obecnych wiadomości o biokatalizie i zjawiskach allosterii wyżej przytoczone zapatrywania nie budzą sprzeciwów. A zatem w tym ujęciu funkcjonujące struktury biologiczne byłyby „biologicznymi przetwornikami” jednych rodzajów energii w inne. Różnica z sedlakowską definicją polegałaby więc tylko na tym, że nie nazywa się tu owych przetworników laserami czy oscylatorami, ani nie wymaga od nich koniecznie cech półprzewodnictwa. Natomiast zasadnicza idea jest najwyraźniej zbieżna.

To nieco przesadne akcentowanie w bioelektronice półprzewodnictwa biopolimerów jest oczywiście dziedzictwem po Szent-Györgyi i pomimo trwających już ponad czterdzieści lat kontrowersji nie zostało do dzisiaj definitywnie rozstrzygnięte. Sięgając do literatury naukowej, spotykamy prace dotyczące zarówno półprzewodnictwa DNA, jak i białek. W przypadku DNA, dla którego przewodnictwo wiąże się zwykle z ruchliwymi elektronami π zasad azotowych, Eley i Leslie [9] wykonali badania przewodnictwa elektrycznego czystych „merów”, tj. nukleozydów wchodzących w skład makrocząsteczki DNA. Porównanie uzyskanych wartości z energią termiczną aktywacji $E=2,4$ eV znalazioną dla DNA pozwala wnioskować, że mimo braku pełnej regularności w równoległym ułożeniu grup zasadowych w spiralnym łańcuchu DNA następuje przeniesienie elektronów π z udziałem wiązań wodorowych i grup fosforanowych.

Dla białek Evans i Gergely [12] obliczyli położenie pasm energetycznych. Całkowicie wypełnione pasmo pierwsze zawiera się w przedziale energii 0—0,13 eV, drugie pasmo również wypełnione ma energię w prze-

dziale 3,17—3,43 eV oraz pasmo trzecie, puste, ma energię w przedziale 6,48—6,60 eV. Są to obliczenia dla cząsteczek białek z równomiernie rozmieszczonymi wiązaniami wodorowymi między grupami C=O i N—H. W polipeptydach charakter grup aminowych jest różnorodny, co powoduje powstawanie wiązań wodorowych o różnej długości. Jest to powodem, że badania zależności przewodnictwa elektrycznego suchych białek od temperatury doprowadziły do ustalenia niższych i nieciągłych wartości energii aktywacji $E=2,3\text{—}2,9$ eV. Wpływ wody na przewodnictwo białek nie jest jeszcze wyjaśniony. Część naukowców uważa, że wodne roztwory białek wykazują przewodnictwo jonowe [7], nieco inaczej interpretują wpływ wody na przewodnictwo białek Eley i Spivey [10]. Według nich np. w przypadku hemoglobiny jednocząsteczkowa warstwa wody może powodować wstrzykiwanie elektronów do pasma przewodnictwa i wówczas białka stają się półprzewodnikami typu n. Dopiero przy większych zawartościach wody przewodnictwo białek rośnie gwałtownie. Riehl [28] próbował tłumaczyć mechanizm przewodnictwa białek przenoszeniem protonów w polu elektrycznym, przy czym woda przyczyniałaby się do stabilizacji protonów. Rosenberg [29] wykazał, że przewodnictwo wilgotnych białek ma w części charakter elektronowy.

Reasumując — w chwili obecnej trudno jest podać jakiś ogólny i kompletny model mechanizmu przewodnictwa biopolimerów. Nawet najnowsze źródła, jak np. M. Kryszewskiego „Semiconducting polymers” 1980 r., czy R. Pethiga „Dielectric and electronic properties of biological materials” 1979 r., serwują jedynie przeglądy sprzecznych opinii na ten temat.

W każdym razie na korzyść półprzewodnictwa biopolimerów przemawiają następujące okoliczności:

- niezależność czasowa natężenia prądu w suchych próbkach,
- niezależność przewodności od stopnia nawilżenia i zawartości zanieczyszczeń jonowych — przy badaniu w wysokoczęstotliwych prądach,
- zjawisko fotoprzewodnictwa białek i kwasów nukleinowych,
- zjawisko Halla (na razie tylko w białkach, lecz nie w DNA i RNA),
- pozytywna zależność temperaturowa przewodności,
- kolosalny wpływ tlenu i innych substancji donorowo-akceptorowych na przewodnictwo biopolimerów,
- ruchliwość i masa efektywna nośników ładunku, odpowiadająca raczej elektronom.

Warto też nadmienić, iż liczne biologicznie czynne związki (poza białkami i nukleinami), jak np. chlorofil, karoteny, witamina A, czerwień wzrokowa, fotomorfogeny itp. posiadają udowodnione własności półprzewodnikowe.

W recenzji wyrażono wątpliwości, czy ze strony fizjologii są jakiekolwiek wskazówki odnośnie roli półprzewodnictwa w ustrojach żywych. Istotnie, wskazówek takich jest niewiele, niemniej można przytoczyć niektóre z nich.

Tak np. R. O. Becker i współprac. [1] stwierdzili w tkance kostnej (poza efektami piezo- i piroelektrycznymi) również słabe fotoprzewodnictwo, co uzasadniono działaniem złącza p-n między włóknami kolagenu (-) i złogami apatytu (+).

Znane zjawisko wędrówki protonów przez błony biologiczne np. w mitochondriach czy u fotosyntetyzujących bakterii purpurowych (w tzw. „pompach protonowych”) polega wg Stoeckeniusa i in. [31] na

transferze protonów wzdłuż łańcuchów wodorowych w białkach i wodzie pomiędzy obiema powierzchniami błony. Ze względu na ruchliwość nośników ładunku zbliżoną do lodu, odpowiadałoby to przewodnictwu protonowemu.

Bulandzie i wsp. udało się stwierdzić cechy półprzewodnictwa w błonach żywych komórek glonu *Chara fragilis* [4].

L. Nagy i wsp. [26] wykazali, że szybkość przewodzenia bodźców w nerwach z otoczkami mielinowymi wzrasta względnie maleje liniowo wraz z temperaturą, co jest cechą półprzewodnictwa.

Stwierdzono też w nerwach rdzeniowych (T. Lakatos i wsp. [25]) zjawiska fotodynamiczne, manifestujące się tym, że po ostrożnej obróbce nerwów fotouczulaczami, np. eozyną i po ich naświetleniu — znacznie wzrasta intensywność, częstotliwość i długość „salw” impulsów nerwowych i ten efekt utrzymuje się dłuższy czas po naświetleniu. W tym wypadku energia fotonów zostaje zmagazynowana we wzbudzonych stanach elektronowych trypletowych molekuł białkowych i następnie jest przekazywana sąsiednim cząsteczkom wzdłuż nerwu. Widać z tego, iż przewodnictwo nerwowe jest przynajmniej w części przewodnictwem elektronowym a nie wyłącznie jonowym.

E. Ernst tłumaczy [11] przekształcanie się pojedynczych potencjałów generacyjnych (receptorowych) w serie impulsów nerwowych jako półprzewodnikowe zjawisko Gunna. Wiadomo, że niektóre półprzewodniki, jak np. Ga As, mają właściwość przetwarzania stałego napięcia w napięcie zmienne względnie pulsujące, przy czym graficzny zapis tego zjawiska do złudzenia przypomina serie potencjałów czynnościowych w nerwie.

Tak zwane elektrotoniczne synapsy (kontakty bezszczelinowe) pomiędzy komórkami, występujące masowo w okresie embrionalnym, zaś u osobników dorosłych zachowane w niektórych narządach (np. w ganglion ciliare tęczówki, w mięśniu sercowym, częściowo w mózgu itp.) — przepuszczają sygnał elektryczny tylko jednokierunkowo, działając jak prostownicze diody półprzewodnikowe (M. Bennet [2]).

L. Y. Wei [35] rozpatruje pobudliwą błonę neuronu jako półprzewodzące złącze p-n-p, a to ze względu na jej budowę cytologiczną, rozładowanie i znak ładunków elektrycznych oraz profil potencjału błonowego w spoczynku i stanie aktywnym.

Nowocześniej, ale też i bardziej skomplikowanie, opisuje funkcję błony biologicznej V. Kiršner [23] jako urządzenie tranzystorowe na podobieństwo komputerowych elementów pamięciowych („random access memory”). Według niego połączenie półprzewodnictwa w formie złącza p-n-p oraz sił powierzchniowych i efektów elektrodowych jak też faradycznego i niefaradycznego transferu ładunków umożliwiają błonie jej typowe funkcjonowanie.

Wreszcie fotosynteza: generacja ładunków ujemnych i dodatnich, ich separacja i dalszy transfer w oparciu o półprzewodnikowe własności chlorofilu i innych barwników fotosyntezujących (Szuwałow i wsp. [32]).

Zapewne przytoczona wyżej argumentacja nie jest wystarczająca, jednakże wskazuje, iż rozsądniej jest pozostawić sprawę półprzewodnictwa jako otwartą, niżli ją bez namysłu odrzucać [4].

Z kolei innym momentem, na który bioelektronika zwraca szczególną uwagę od początku swego istnienia, jest emisja radiacji elektromagnetycznej, towarzysząca wszelkim przejawom życia. Właściwie samo zjawisko jest bezdyskusyjne, gdyż dokładnie udokumentowane [8, 16].

Kontrowersje dotyczą jego ewentualnej roli biologicznej. Podręcznikowo uważa się emisję promieniowań elektromagnetycznych przez organizmy za produkt uboczny, odpadkowy, nieużyteczny dla ustroju — coś jak hałas w fabryce. Naturalnie z wyjątkiem kilku zupełnie oczywistych sytuacji, jak w przypadku narządów świetlnych u owadów czy ryb głębinowych, względnie narządów do radiolokacji u ryb elektrycznych.

Natomiast bioelektronika traktowała zawsze cały zakres promieniowań elektromagnetycznych jako podstawowy atrybut życia. Poza bezpośrednim udziałem w bioenergetyce — sugerowano im rolę nośnika informacji wewnątrz i na zewnątrz ustroju („biokomunikacja” [27]), przypisywano współudział w biokatalizie i działaniu aparatu genetycznego [13, 18], dopatrywano się w postaci tzw. „bioholografii” mechanizmu morfogenezy a nawet procesów psychicznych, zwłaszcza pamięci [20], tu zresztą z udziałem „fali pobudzenia elektrycznego” w mózgu.

Czy wszystkie te, z pozoru fantastyczne przypuszczenia, są rzeczywiście pozbawione jakichkolwiek podstaw? Trzeba bezstronnie przyznać, że bezpośrednie dowody „za” taką rolą są na razie skąpe i niepewne, ale za to są wsparte dowodami pośrednimi.

Wiadomo np., że w tkankach zarówno roślin jak i zwierząt istnieje znaczna liczba tzw. fotokonwertorów energii świetlnej, a więc światłoczułych barwników typu chlorofilu, bakteriorodopsyny, karotenów, rodopsyny, fytochromu, flawonów, fycocyany, phycoerytryny itp. Umożliwiają one nie tylko widzenie czy fotosyntezę, ale również procesy fotolokomocyjne (fototropizm, fototaksję i fotokinezę), fotomorfogenezę u roślin łącznie z kwitnieniem i owocowaniem, fotoperiodyzm, wpływają na przepuszczalność błon, na krążenie cytoplazmy (photodinesis), pośrednio na intensywność metabolizmu, również pośrednio uczestniczą w sezonowej regulacji czynności hormonalnej przysadki i szyszynki [34].

Również bezpośredni wpływ światła widzialnego i ultrafioletu manifestuje się zależnie od dawki bądź znaczną aktywacją czynności enzymatycznej, bądź jej zahamowaniem [19], tak że fermenty można uważać za wzmacniacze względnie przetworniki energii świetlnej. Analogiczny wpływ na enzymy wywierają mikrofały o częstotliwości rzędu $10^{-10} \sim 10^{-10}$ Hz [13]. Obrazu dopełnia znane mutagenne działanie promieniowań elektromagnetycznych wszystkich zakresów na aparat genetyczny.

Przytoczone przykłady dotyczą oczywiście wpływu zewnętrznych źródeł promieniowania na bioenergetykę, więc mogą zawierać w sobie jedynie sugestie co do możliwości podobnego oddziaływania promieniowań endogennych. Jednak za tą ostatnią możliwością przemawiają przykłady wykorzystywania luminescencji symbiotycznych mikroorganizmów świecących przez rośliny zielone do fotosyntezy.

Wobec tego zwróćmy się do bioluminescencji żywych tkanek, owego „wewnętrznego światła”, o którym wiadomo, że obejmuje zakres od podczerwieni do ultrafioletu, że zmienia swoją intensywność zależnie od stanu czynnościowego mięśni, nerwów czy gruczołów, od szybkości namnażania się komórek, zmienia się w sytuacjach patologicznych itd. [30].

Wydajność fotonowa świecenia zwykłych tkanek ($\Phi = 10^{-11} - 10^{-10}$) jest wprawdzie nieznaczna w porównaniu z emisją wyspecjalizowanych narządów świetlnych ($\Phi = 0,05 - 0,88$), ale ze względu na wymagany mały zasięg rzędu mikronów (równy przestrzeniom wewnątrz- i międzykomórkowym) może okazać się wystarczająca. Wystarczająca do czego?

W pierwszym rzędzie nasuwa się możliwość aktywacji enzymów. W tym duchu liczni badacze niezależnie od siebie przeprowadzili szereg

doświadczeń, z których podamy przykładowo jedno, wykonane przez E. Kulina [24]. Otóż kwarcowe naczynka z fermentującymi drożdżami ustawiano nad magnezjowymi zwierciadełkami, a to dla refleksji ich własnej bioluminescencji z powrotem do hodowli. Kontrola była bez lusterek, tzn. jej promieniowanie nie wracało do naczynek. Po ok. 1/2 godz. intensywność wydzielania CO_2 była w próbkach doświadczalnych o 40—50% wyższa niż w kontroli i dopiero później, w miarę wyczerpywania się cukru, stopniowo zrównywała się z kontrolą. A więc zachodziło tutaj najwidoczniej przyspieszenie glikolizy.

Cytowany już H. Fröhlich [13] dostarczył przekonujących dowodów empirycznych i wyliczeń na poparcie swego modelu enzymów jako elektromagnetycznych oscylatorów. Według niego molekuły enzymów są olbrzymimi dipolami elektrycznymi w stanie wzbudzonym, zdolnymi do cyklicznych zmian konformacyjnych oraz oscylacji z częstotliwościami w paśmie 10^{11} Hz. Jeśli te oscylatory pozostają w rezonansie (co do częstotliwości i fazy) z substratem, to wskutek znanego efektu Guilleau-Bjoerknessa następuje wzajemne przyciąganie i zbliżenie, przy czym w odległości 10^{-7} — 10^{-6} cm siła przyciągania przewyższa już bezładny ruch termiczny (gdyż wynosi $f \geq 5$ kT lub inaczej $f \geq 10^{-13}$ N). Po przekształceniu substratu w produkt reakcji znikają warunki rezonansu, wobec czego na tej samej zasadzie produkt zostaje odepchnięty od enzymu. Ponieważ kolektywne vibracje muszą być koherentne, więc uwzględniając oscylacje zarówno układu enzymatycznego komórki jak też dipoli w błonach komórkowych, pakietów zdelokalizowanych elektronów oraz wiązań wodorowych w DNA i białkach — otrzymamy całą wiązkę („branch”) spójnych promieniowań dalekozasięgowych („longrange-coherence”) w paśmie 10^{11} — 10^{12} Hz. W rezultacie wytwarza się cały system podłużnych elektrycznych mod (stojących spójnych fal). A więc jednak sytuacja laserowa!

Uczniowie Fröhlicha, Caserta i Cervigni, poszerzyli jego model o kwantowe efekty fononowe [5] i w ten sposób stworzyli przejście do piezoelektroniki kwantowej, którą Sedlak nie omieszczał uwzględnić w swojej koncepcji.

Co do zakwestionowanych w recenzji spekulacji na temat elektromagnetycznego charakteru kodu genetycznego, to pragniemy wyjaśnić, że idea ta zrodziła się jeszcze w głowie P. Jordana w 1938 r. [21]. Wówczas oczywiście nie znano jeszcze kodu ani jego trójstopniowego działania (replikacja, transkrypcja, translacja), o strukturze genów również miano jedynie mgliste wyobrażenia, toteż Jordan scharakteryzował geny po prostu jako oscylatory elektromagnetyczne, oddziałujące nawzajem na siebie oraz na swoje substraty sposobem rezonansu elektromagnetycznego. Dla poparcia tej tezy powoływał się na spostrzeżenia, że pewne mutacje mogą być wywołane sztucznie tylko promieniowaniem o ściśle określonej długości fali i częstości drgań, odpowiadającej widocznie własnej częstotliwości oscylacyjnej mutujących genów.

Myśl tę podchwycili w latach 1956—60 J. Heller, H. Schwan, W. Shen i w końcu R. Hübner [18] i w oparciu o swoje obserwacje nad pierwotniakami, drożdżami i bakteriami w polach elektromagnetycznych o częstotliwości radiowej, unowocześnili ją następująco: Jądro DNA jest generatorem sygnałów elektromagnetycznych, mRNA jest ich wzmacniaczem, zaś tRNA i enzymy są ich wykonawcami. Sygnały te są kodowanymi, tj. modulowanymi impulsami o szerokim zakresie widma,

z dużą redundancją i sprzężeniami zwrotnymi dla zabezpieczenia niezawodności przekazu informacji.

Wypada zaznaczyć, że również nowsze poglądy np. D. Gloubigera i wsp. [15] charakteryzują DNA jako biologiczny elektromagnetyczny oscylator rotacyjny.

F. A. Popp [25], który dalej rozbudowuje powyższą teorię, nazywa wspomniane sygnały genowe „genonami” (dla zaznaczenia ich kwantowej natury i możliwości występowania jako fotony lub fonony). Sugeruje, że są one generowane na zasadzie laserowej: promieniowaniem pompującym byłaby podczerwień ewentualnie drgania termiczne, zaś emisja następowałaby w zakresie ultrafioletu. Dowodami mogłyby być: promieniowane mitogenetyczne oraz silne działanie mutagenne promieni nadfioletowych.

Jeśli jeszcze raz wrócimy myślą do streszczonych tu poglądów Greena, Fröhlicha, Blumenfelda, Poppa i in. oraz Sedlaka, to podobieństwo wszystkich tych koncepcji stanie się oczywiste. Chociaż są to w części hipotezy, ale nietrudno zauważyć, że idą one po linii fizyki kwantowej i w niczym jej nie przeczą.

Pozostałaby więc jeszcze do omówienia sprawa integracji względnie homeostazy elektrycznej ustroju, urzeczywistnianej wg Sedlaka przez tzw. „elektrostatę”. Ponieważ chodzi tu o ładunek elektryczny i polaryzację elektryczną wszelkich struktur błoniastych i granic nieciągłości (zarówno komórkowych jak i wyższego rzędu) zanurzonych w środowisku wodno-solnym, więc bliższy wymogom biofizyki byłby niewątpliwie opis postulowany przez Recenzenta. Jasne jest jednak, że opis podany w „Bioelektronice” wynika z generalnego traktowania struktur organicznych jako półprzewodników. Wyżej staraliśmy się wykazać, że możliwości takiej nie można wykluczyć.

Czy tak czy inaczej, sednem sprawy jest tutaj rola potężnych komórkowych pól elektrycznych, wytwarzanych dzięki polaryzacji błon. Sedlak przypisuje im 15 „zadań” streszczonych na str. 72—73, czego nie będziemy tu powtarzali, natomiast oddamy głos znanemu biofizykowi R. Glaserowi [14] jako obiektywnemu arbitrowi:

„Komórka składa się praktycznie z samych płaszczyzn granicznych i mikroskopijnych przestrzeni kapilarnych między nimi. Na większości tych płaszczyzn rozmieszczone są molekuly enzymów, które posiadają i przenoszą ładunki elektryczne. Inne cząsteczki między nimi są również obdarzone ładunkiem i przyciągają jony, tak że powstaje mniej lub więcej gęsta warstwa dodatnich i ujemnych przeciwjonów. Otóż między takimi płaszczyznami rozciąga się pole elektryczne o niewyobrażalnie wysokim napięciu. Trzeba się liczyć z napięciami do 10 mln wolt na metr! [33]. Takie pola oddziałują bardzo silnie na cząsteczki, polaryzują je i porządkują. Wiemy jeszcze bardzo mało o biologicznym znaczeniu tych pól, przeczuwamy jednak, że toczy się tutaj walka porządku z chaosem. Realizację zakodowanych w DNA informacji odnośnie struktury białek i ich wzajemnego rozmieszczenia zabezpieczają zapewne te właśnie pola elektryczne...” (str. 147).

Zaś G. N. Zacepina ze wsp. proponuje określanie żywotności organizmu zwierzęcego i ludzkiego na podstawie ładunku powierzchniowego limfocytów [36].

W tym kontekście „elektrostatą” Sedlaka nie wygląda na zbyt herezję.

Kwestię „bioplazmy” jako zbyt skomplikowaną i wymagającą obszerniejszej dyskusji — odkładamy do ewentualnej oddzielnej publikacji.

Na zakończenie jeszcze jedna uwaga, ale już półserio. Otóż zgodnie z żartobliwą wypowiedzią Nielsa Bohra, każda nowa teoria powinna być zupełnie zwariowana i niezrozumiała. Odnosimy wrażenie, iż Recenzent — zbulwersowany takimi właśnie cechami „Bioelektroniki” — nastawił się głównie na krytykę (przeważnie słuszną) drugorzędnych szczegółów i niedociągnąć, natomiast przeszedł obok spraw bardziej zasadniczych.

LITERATURA

- [1] Becker R. O. — *Bioelectrical factors controlling bone structure*. W: Bone biodynamics, London, s. 209—32, 1964 r.
- [2] Bennet M. — *Physiology of electrotonic junction*. Ann. NY Ac. Sci., 137, 509—39, 1966.
- [3] Blumenfeld L. A. — *Molekularnyje maszyny żywej komórki*. Priroda, 6, 66—73, 1981, oraz *Problemy biologicznej fizyki*, Moskwa 1977 r.
- [4] Bulanda W. — *Przewodnictwo elektronowe związków organicznych i jego znaczenie w biologii*. — Zagadn. Biofiz. Współczes., 2, 15—42, 1977.
- [5] Caserta G., Cervigni T. — *Piezoelectric theory of enzymic catalysis as inferred from electro-mechano-chemical principles of bioenergetics*. — Proc. Natl. Ac. Sci. USA, 71, 11, 4421—24, 1974.
- [6] Davis K. M. i wsp. — *Semiconductivity in proteins and haemoglobin*. Nature, 188, 724, 1960.
- [7] Douzou P., Thuillier J. M. — *Sur les caracteres de semi-conductivite electrique de la serumalbumine*. J. de Chim. Phys., 57, 96—100, 1960.
- [8] Dunajski Z., Tarłowski A. — *Pomiary pól magnetycznych wytwarzanych przez organizmy*. — Zesz. nauk. PAX pt. Bioelektronika, 23, 52—55, 1980.
- [9] Eley D. D., Leslie R. B. — *Organic Crystal Symposium*, National Research Council, Ottawa, str. 199, 1962.
- [10] Eley D. D., Spivey D. J. — *Semiconductivity in hydrated hemoglobin*. Nature, 188, 725, 1960.
- [11] Ernst E. — *Subatomnaja biologija, elektronnaja biologija, biopotuprowodimost'*. Biofizika XX, 3, 540—45, 1975.
- [12] Evans M. G., Gergely J. — *A discussion on possibility of bands of energy levels in protein*. Biochim. Biophys. Acta 3, 188, 1949.
- [13] Froehlich H. — *Metastable states in enzymes, coherent vibration in biolog. materials*. Proc. Natl. Ac. Sci. USA 72, 11, 4211—15, 1975.
- [14] Glaser R. — *Biologie einmal anders*. Lipsk 1974.
- [15] Gloubiger D. i wsp. — *Biopolymers*. 6, 409, 1968.
- [16] Grabiec S. — *Ultrastabe świecenie w procesach biologicznych*. Kosmos A, XVI, 6, 633—36, 1967.
- [17] Green D. E. — *The unification of bio-energetics*. Ann. NY Ac. Sci. 227, 6—45, 1974.
- [18] Hubner R. — *Neue Erkenntnisse über biologische Wirkungen durch Hochfrequenz*. Elektronische Rundschau 6, 229—30, 1960.
- [19] Hug D. H. — *The activation of enzymes with light*. W: Photochem. a. Photobiol. Reviews NY, s. 1—33, 1978.
- [20] van Heerden P. J. — *Models for the brain*. Nature, 255, 177—78. 1970.
- [21] Jordan P. — *Über die physikalische Struktur der Riesenmoleküle*. Naturwiss. 26, 693—94, 1938 oraz Physik. Zschr. 1938...

- [22] Kryszewski M. — *Semiconducting polymers*. PWN Warszawa 1980.
- [23] Krišner V. — *An electrodic memory model of biomembran function*. Bioelectrochem. a. Bioenerget. 5 (1), 43—51, 1978.
- [24] Kulin T. E. — *Vlianie tuczevovo vzaimodeistvia kletok na wnutrikletocznye glikolityceskie procesy*. W: Bioluminescencja s. 196—97, Moskwa 1965.
- [25] Lakatos T. L. i wsp. — *Electronic processes in generation of nerve excitation*. Acta Biochim. Biophys. Ac. Sci. Hung. 10, 1/2, 71—8, 1975.
- [26] Nagy L. i wsp. — *Temperature dependence of conduction velocity in myelinated frog nerves*. Acta Biochim. Biophys. Ac. Sci. Hung. 13, 4, 299—306, 1978.
- [27] Popp F. A. — *Electromagnetic bioinformation*. Baltimore 1979.
- [28] Riehl N. W. — *Elektrische Leitfähigkeit von organischen Isolatoren Eis und Protonen im Zusammenhang mit Energiewanderung*. Naturwiss. 43, 145—52, 1956.
- [29] Rosenberg B. — *Electrical conductivity in proteins*. Nature 193, 364—65, 1962.
- [30] Sławiński J. — *Zastosowanie bioluminescencji w badaniach bioenergetycznych i biochemicznych*. W: Zagadn. biofizyki współcz. t. V, str. 5—38, PWN 1980.
- [31] Stoeckenius W. i wsp. — *Bacteriorhodopsin and the purple membrane of Halobacteria*. Biochim. Biophys. Acta 505, 215—78, 1979.
- [32] Szuwałow W. A. i wsp. — *Fotochimiceskij perenos elektrona w reakcyjnych centrach fotosinteza*. Biofizika XXVI, 3, 544—65, 1981.
- [33] Timaszew S. F. — *Vlianie endogennykh elektriceskich polej na kinetiku biologiceskich procesów*. Biofizika XXVI, 4, 642—46, 1981.
- [34] Thomas J. B. — *Physicochemistry of photopigments*. W: Primery molecular events in photobiology. Str. 79—98. Amsterdam 1973.
- [35] Wei L. Y. — *Role of surface dipoles in axon membrane*. Science 163, 280—82, 1969.
- [36] Zacepina G. N. i wsp. — *Zariad powerchnosti limfocytow kak kriterij funkcionalnovo sostajania organisma*. Biofizika XXV, 4, 721—25, 1980.

JESZCZE RAZ W SPRAWIE „BIOELEKTRONIKI” W. SEDLAKA

Artykuł W. Moskwy i D. Ertel „Głos w dyskusji o Bioelektronice W. Sedlaka” skłonił mnie do ponownego wypowiedzenia się na ten temat.

Moja recenzja książki W. Sedlaka (Kosmos A, XXX, Nr 2, 183, 1981) została bowiem potraktowana przez Autorów jako wstęp do „fachowej dyskusji nad bioelektroniką”. Nie leżało to bynajmniej w moich intencjach, gdyż artykuły W. Sedlaka nie dają ku temu podstawy. To właśnie starałem się udowodnić w recenzji, wykazując pseudonaukowy charakter rozważań autora „Bioelektroniki” oraz powierzchowne, bezkrytyczne i — delikatnie mówiąc — niejednokrotnie dowolne traktowanie piśmiennictwa naukowego, na które się powołuje formułując swój „bioelektroniczny model życia”. Nie mogę zatem zgodzić się ze stwierdzeniem Autorów „Głosu w dyskusji...”, że krytyka moja dotyczy „terminologicznych, czy nawet pojęciowych uchybień w publikacjach W. Sedlaka”, lub innymi ich słowy „drugorzędnych szczegółów i niedociągnięć”, gubiąc sprawy zasadnicze.

Z działalnością pisarską W. Sedlaka stykam się od lat i traktuję jego poglądy jako niezamierzoną fikcję naukową, podziwiając siłę jego fantazji i głębokie poczucie misji w głoszeniu własnych idei. Z tych względów przez długi okres czasu nie uważałem za stosowne wypowiadać się na ich temat publicznie. Dopóty jednak, dopóki odbiegająca od dobrych zwyczajów autoreklama, adresowana głównie do środowisk niefachowych w Polsce i wywołująca tam apologetyczny rezonans i opinię o istnieniu w kraju zapoznanego uczonego wielkiej miary rewolucjonizującego naukę, nie zagroziła — w moim przekonaniu — dobremu jej imieniu w społecznym odbiorze. Opublikowanie „Bioelektroniki” dało ku temu dobrą okazję, a celem mojej recenzji było wykazanie braku naukowej wartości dotychczasowego pisarstwa W. Sedlaka.

Co się tyczy samej „biologii kwantowej”, której moja negatywna recenzja ma grozić, jak przysłowiowemu dziecku, wylaniem z kąpielą, to ma się ona dobrze i nawet „bezpardonowo nieprzychylna krytyka” poglądów W. Sedlaka nie może jej zaszkodzić. Być może skłoni tylko niektórych krajowych entuzjastów do krytycznej refleksji. Działalność W. Sedlaka nie wywiera żadnego wpływu na rozwój biologii kwantowej czy bioelektroniki. Pozostaje ona bowiem nadal poza obiegiem fachowej literatury, mimo upływu niemal 15 lat od ukazania się pierwszych jego artykułów na łamach Kosmosu A.

W nauce wszelkie obsesje są szkodliwe. Taką obsesją jest niewątpliwie idea W. Sedlaka o półprzewodnikowej i plazmowej w sensie fizycznym budowie komórek. Tymczasem podstawowym problemem współ-

czesnej biofizyki jest wyjaśnienie odrębnej od ciała stałego natury biologicznej formy organizacji materii. Odrębność ta związana jest ze szczególnymi właściwościami budowy makrocząsteczek różnych klas biopolimerów i ich zdolnością do samoorganizacji w wyspecjalizowane funkcjonalnie w sensie biochemicznym i fizjologicznym nadmolekularne struktury komórkowe i zdolne do samoreprodukcji komórki. Elementy teorii opisującej właściwości molekularnej budowy i dynamiki układów komórkowych, a także mechanizmy przetwarzania w nich różnych form energii w reakcjach biochemicznych, transporcie substancji przez błony komórkowe i procesach fizjologicznych dopiero powoli się zarysowują. Oparte są one m.in. na fizyce wodnych roztworów polielektrolitów, mechanice i statystyce termodynamicznej makrocząsteczek, termodynamice procesów nieodwracalnych Onsagera i odchylonych daleko od równowagi Prigogine'a. W poszukiwaniach fizycznych mechanizmów poszczególnych procesów przetwarzania energii w makrocząsteczkowych układach komórkowych poczesne miejsce zajmują metody mechaniki kwantowej (chemii kwantowej), pozwalające na poznanie elektronowej struktury cząsteczek, ich wzajemnych specyficznych oddziaływań i oddziaływań wewnątrzcząsteczkowych, determinujących natywne konformacje makrocząsteczek liniowych polimerów, molekularnych i elektro-nowych mechanizmów katalizy enzymatycznej itp. Spektroskopia molekularna i kwantowo-mechaniczne jej podstawy interpretacyjne odgrywają zasadniczą rolę w zrozumieniu pierwotnych procesów fotosyntezy, fotomutagenезy, fototropii, bioluminescencji, recepcji wzrokowej czy opisie mechaniki i dynamiki termicznych drgań makrocząsteczek. Siega się w nich tu i ówdzie również i po półprzewodnikowe modele fizyki ciała stałego. Tam, gdzie wydaje się, że istnieją ku temu wystarczające przesłanki doświadczone. Na przykład, indukowany światłem proces transportu elektronów w chloroplastach czy transport protonów w błonach związany z procesami fotofosforylacji i oksydatywnej fosforylacji. Wspomniałem już o tym w swojej recenzji. Zmiennym potencjałom elektrostatycznym na błonach komórkowych i powierzchniach makrocząsteczek przypisuje się istotną rolę w regulacji zachodzących w nich reakcji biochemicznych, procesów transportu i konformacyjno-biochemicznych procesów leżących u podstaw bardziej złożonych zjawisk komórkowych, jak replikacja genomów, podział komórek, skurcz mięśnia itd.

W tak rozumianej przeze mnie biofizyce komórkowej i molekularnej mieści się niewątpliwie i ten obszar nauki, który W. Moskwa i D. Ertel nazywają biologią kwantową, bioelektroniką czy bioenergetyką. W tym kontekście cytowanie przez nich wybranych prac L. A. Blumenfelda, D. E. Greena czy F. Fröhlicha dla obrony „bioelektroniki” i wykazania, że „nowsze próby biofizycznego modelowania czynności życiowych... idą w zasadzie po myśli Sedlaka” jest oczywistym nieporozumieniem i wyważaniem drzwi naprawdę szeroko otwartych. Tym bardziej, że L. A. Blumenfeld jest zdecydowanym przeciwnikiem półprzewodnikowych koncepcji w odniesieniu do struktur białkowych (zob. „Problemy fizyki biologicznej”, PWN, 1978, str. 263). Nie służy też dobrze bronionej przez nich sprawie lista nie najszcześliwiej dobranych „10 aktywnych ośrodków bioelektroniki” w różnych krajach. Działalność ich, poza nielicznymi (np. F. Cope) ma bądź znaczenie historyczne (A. Szent-Györgyi i E. Ernst), bądź w ogóle nie odgrywa roli we współczesnej nauce.

Dyskusję nad różnymi propozycjami interpretacji fizycznego podłoża procesów biologicznych najlepiej jest prowadzić na otwartym forum naukowym, a więc w fachowych czasopismach o międzynarodowym zasięgu. Jest to jednak możliwe tylko w oparciu o dobrze uzasadnione, doświadczalnie i teoretycznie, konkretne przesłanki. Toczy się ona tam stale. Nie uczestniczy w niej jednak ani W. Sedlak ani ci, którzy tworzą to, co nazywa się w jego artykułach „polską bioelektroniką”. Być może ze szkodą dla nauki.

SPISKU W MUZEUM HISTORII NATURALNEJ CIĄG DALSZY

Działalność londyńskiego Muzeum Historii Naturalnej wywołuje ogromne zainteresowanie wśród fachowców i wykształconego ogółu. Jego dwie ostatnie wystawy: „Dinozaury i ich żyjący krewniacy” i „Miejsce człowieka w ewolucji” sprowokowały — poprzez nowatorstwo ekspozycji i nieortodoksyjność poglądów, prawdziwą burzę w środowisku ewolucjonistów, nie tylko zresztą Wielkiej Brytanii. Od wielu miesięcy na łamach londyńskiej *Nature* toczy się zapamiętała dyskusja, zapoczątkowana wypowiedziami znanego paleontologa angielskiego Beverly Halsteada, który zarzucił kierownictwu Muzeum manipulację opinią publiczną poprzez przedstawianie kladystyki i *punctuated equilibria* jako uznanej wykładni dzisiejszego ewolucjonizmu, co nie tylko zniekształca, zdaniem Halsteada, faktyczny stan tej dziedziny wiedzy, ale też jest zawołaną próbą narzucenia społeczeństwu marksistowskiego światopoglądu, gdyż kladystyka i marksizm mają wspólne i głębokie powinowactwa [1]. Ze wszystkimi poglądami Halsteada trudno byłoby się zgodzić, ale faktem jest, że poruszył on bardzo naprężoną strunę — wywołana przez niego polemika wykazała coraz bardziej oczywisty fakt dokonywania się w łonie ewolucjonizmu głębokich przeobrażeń i toczącej się ostrej walki. Muzeum, przez zajęcie zdecydowanego stanowiska po jednej stronie, naraziło się na ataki strony przeciwej, przez co konflikt ujawnił się z całą mocą i został częściowo przeniesiony na neutralny grunt niezainteresowanego bezpośrednio społeczeństwa. Zaslugą Halsteada jest więc głównie to, że wsadził kij w mrowisko i że odwołał się nie tylko do nauki, ale i do polityki, co wyzwoliło emocje, które inaczej stłumiłby akademizm uczonych sporów. Dyskusja w *Nature* rozgrzała się do czerwoności, kiedy pojawiły się oskarżenia Halsteada o obiektywnej wspólnocie celów kladystów (reprezentowanych przez Muzeum) z kreacjonistami, którzy od pewnego czasu prowadzą w Ameryce krucjatę przeciwko darwinizmowi. Oto bowiem w tym samym czasie, kiedy muzeum londyńskie zaszokowało publiczność swymi stwierdzeniami o nienaukowym charakterze ewolucjonizmu przy okazji nowej wystawy „O pochodzeniu gatunków” (zob. dalej), w Kalifornii rozpoczął się bezprecedensowy w najnowszej historii proces wytoczony przez grupę zwaną Creation-Science Research Center w San Diego przeciw kalifornijskiej Stanowej Radzie Edukacyjnej, w którym zarzuca się amerykańskiemu systemowi edukacyjnemu nieuprawnione narzucanie darwinowskiej wykładni historii życia na Ziemi i pomniejszanie roli biblijnej wersji Stworzenia, co jest — zdaniem oskarżycieli — niezgodne z prawdą, a więc i niekonstytucyjne. Toczona się w *Nature* dyskusja posłużyła amerykańskim kreacjonistom jako materiał dowodowy w zwalczaniu ewolucjonizmu. Muzeum, jak się zdaniem Halsteada okazało, stało się obiektywnym sprzymierzeńcem nie tylko marksistów, ale i kreacjonistów.

Już to jedno wystarczyłoby, by zwrócić uwagę polskiego czytelnika, świadka dokonującego się u nas „historycznego kompromisu” katolików z marksistami¹, na całą tę sprawę. Zanim jednak przedstawię jej okoliczności chciałbym powrócić najpierw do sprawy poruszonej w poprzednim artykule [2] i przytoczyć kilka głosów dotyczących wcześniejszej dyskusji (ukazały się one już po złożeniu poprzedniego tekstu do druku, a są chyba warte omówienia). I tak P. Janvier, wybitny francuski paleontolog kręgowców wziął w obronę British Museum (Natural History) za jego oryginalność i nowatorstwo, które przeciwstawił skostniałemu akademizmowi francuskich muzeów przyrodniczych. Przypominał też, że darwinizm jest teraz atakowany z wielu stron, również przez ewolucjonistów (we Francji np. przez Pierre’a Grassé, m.in. w wydanej niedawno książce „L’homme en accusation”), i że każdy niemal odłam radykalny politycznie odwołuje się do tej czy innej szkoły ewolucyjnej — dyletanctwo polityków nie powinno być jednak jakimkolwiek argumentem dla autentycznych naukowców. Szafowanie naukowo brzmiącymi argumentami przez niedouczonego ideologów nie oznacza, że błędna jest nauka i trzeba się jej przeciwstawiać — przeciwstawiać trzeba się raczej tym, którzy jej nadużywają.

Malcolm Mc Kenna z amerykańskiego muzeum historii naturalnej w Nowym Jorku broni kladystyki przed pomówieniami o jej związki z marksizmem; przypomina poza tym, że kladogram to nie drzewo filogenetyczne (z każdego kladogramu można zbudować wiele takich drzew), a wnioski Halsteada wynikają z pomieszania obu pojęć.

Zabrał wreszcie głos Stephen Jay Gould, główny oskarżony w sprawie British Museum. Kwestionuje on halsteadowski sylogizm: kladystyka → *punctuated equilibria* → marksizm (stad kladystyka → marksizm), twierdząc, że z dwóch twórców *punctuated equilibria* (N. Eldredge’a i samego Goulda) jeden (Gould) nie jest kladystą, a drugi (Eldredge) marksistą, a zatem można sobie wybierać dowolnie pary z podanej triady i znajdzie się zawsze wyznawców każdej tego typu konfiguracji. Przypomina też, że wielu ortodoksyjnych marksistów „świetnie się czuło” z darwinowskim gradualizmem, nie widząc żadnej sprzeczności między obu prądami (choć prawdą jest, że Gould uznał kiedyś istnienie prekursorskich idei typu *punctuated equilibria* wśród ewolucjonistów radzieckich za nieprzypadkowe zjawisko — wyznawany oficjalnie marksizm miał, jego zdaniem, przyczynić się do powstania tego typu poglądów). Sprowadzając w ten sposób dyskusję na poziom argumentów *ad personam* i pomijając cokolwiek sprawy merytoryczne, Gould odsłonił jednak gardę, jak zauważa z przekąsem Halstead, stosując odpowiedni dobór osób zamiast idei można śmiało wmówić niewierzącemu, że jest ortodoksyjnym katolikiem.

Dyskusja trwa, a *Nature* nie zamyka dla niej swych łamów, uważając zapewne, że jest to jeden z najpoważniejszych i najbardziej ożywczych sporów naukowych ostatnich lat.

Tymczasem zaś Muzeum otwarło niedawno wspomnianą już wystawę w stulecie śmierci Darwina, zatytułowaną „On the origin of species”. Przygotowana jak zawsze z rozmachem i oryginalnością, wzbudziła nie mniejsze emocje niż poprzednie. W *Nature* ukazały się artykuły pod znamiennymi tytułami „Darwin’s death in South Kensington” (sie-dziba Muzeum) i „How true is the theory of evolution”, co spotkało się

¹ Pisane w październiku 1981 r.

tym razem z ostrą reakcją kierownictwa Muzeum. Sprawa jest jednak na tyle istotna i sięga tak głęboko, że warto bliżej ją przedstawić. Na początek podam kilka, istotnie szokujących dla tradycyjnego ewolucjonisty, cytatów z towarzyszącego wystawie filmu dydaktycznego (podaję za Barry Coxem, *Nature*, 4 VI 1981 r., w brzmieniu oryginalnym, żeby nie zniekształcić sensu):

„The survival of the fittest is an empty phrase, it is a play on words. For this reason [some people] feel that not only is the idea of evolution unscientific, but the idea of natural selection also. There is no point in asking whether or not we should believe in the idea of natural selection because it is the inevitable logical consequence of a set of premises”. „The idea of evolution by natural selection is a matter of logic, not science and it follows that the concept of evolution by natural selection is not, strictly speaking, scientific”. „We can't prove that the idea is true, only that it has not yet been proved false”. „It may one day be replaced by a better theory...”

Zdania te, wzięte dosłownie i bezkrytycznie, znalazły silny oddźwięk po drugiej stronie Atlantyku, w obozie kreacjonistów. Tam nigdy nie ukrywano, że ich system jest metafizyczny, skoro zaś renomowane muzeum przyrodnicze nie uważa propagowanej przez siebie idei za naukową, to czymże lepsze (dla szkół) jest dzieło Darwina od biblijnej Księgi Rodzaju. W toczącej się rozgrywce kreacjonistów z ewolucjonistami pracownicy Muzeum strzelili samobójczego gola. Jak pisze Barry Cox: „Jeśli to ma być głos naszych przyjaciół i sprzymierzeńców, to Bóże chroń nas przed naszymi wrogami”.

Czy jednak rzeczywiście muzeum londyńskie, obok propagowania marksizmu zajmuje się również obroną amerykańskich kreacjonistów w ich sporze z ewolucjonistami? Czy naprawdę postanowiło uśmiercić Darwina po raz wtóry, i to dokładnie w stulecie jego zgonu? Zanim odpowiemy na te pytania zastanówmy się najpierw o co właściwie chodziło autorom tych prowokacyjnych (i prowokujących) stwierdzeń. Wśród ewolucjonistów od dłuższego już czasu, właściwie od chwili powstania wielkiego dzieła Darwina, nie ma zgody co do sposobów interpretacji podstawowych stwierdzeń zawartych w książce „On the origin of species”. Czym jest dobór naturalny? Co znaczy przeżywanie najstosowniejszego (survival of the fittest)? Co to jest walka o byt? Wreszcie — czy są to zdania z zakresu nauki? Sprawa nie jest wcale, wbrew pozorom, taka prosta.

Z metodologii wiedzy wiemy, że nauki dzielą się na formalne, czyli dedukcyjne (matematyka, logika) i empiryczne, czyli indukcyjne (nauki przyrodnicze), przy czym wiemy też, że podział ten jest uproszczony, a problem indukcyjności nauk przyrodniczych — mocno zagmatwany. Szczególnie dużo kłopotu sprawiają nauki historyczne, takie jak paleontologia. Zajmują się one bowiem zdarzeniami jednostkowymi, a te — jako niepowtarzalne — nie poddają się prostej weryfikacji. Z kolei działalność naukowa zmierza zwykle do formułowania bezwzględnie obowiązujących praw i zależności, do ustalania regularności i do opracowywania sprawdzalnych przewidywań. Spośród wielu metodologów nauki szczególnie estymą cieszy się ostatnio Karl Popper. Peter Medawar nazwał go „niewątpliwie największym filozofem nauki, jaki żył kiedykolwiek”, a Hermann Bondi powiedział, że „zasadą nauki jest jej metoda, a zasadą metodologii naukowej jest to, co powiedział Popper” (podaję za Hal-

steadem, *New Scientist*, 17 July 1980). Cóż więc miał Karl Popper do powiedzenia na temat ewolucjonizmu?

Przede wszystkim to, że zdarzenia ewolucyjne (i szerzej — historyczne), jako niepowtarzalne, nie dają się ujmować w systemowe teorie, a więc są нефальсифіковalne. Jak wiadomo właśnie фальсифіковalność jest popperowskim kryterium demarkacji nauki — wszystkie zdania, których prawdziwości nie można zakwestionować nie należą do sfery nauki — są metafizyczne (o ile nie należą do zbioru zdań z zakresu logiki, ważnych na mocy definicji i praw wynikania). Jak można sprawdzić teorię ewolucji, poddać ją testowi фальсифікации, gdy wszystkie wydarzenia, o których mówi, należą do minionej i nie dającej się odtworzyć przeszłości? Ale kłopot z ewolucjonizmem wynika nie tylko z samej natury ewolucji — nie mniejszą rolę odgrywa tu też struktura darwinizmu jako uznanej wykładni tej dziedziny wiedzy. Co oznacza w istocie podstawowe zdanie Darwina, mówiące iż zasadą doboru naturalnego jest „przeżywanie najstosowniejszego” (*survival of the fittest*)? Jakie organizmy nazwać możemy najstosowniejszymi? Cała egzegeza tekstu Darwina i późniejszych komentatorów wykazuje, że najstosowniejszy jest ten organizm, który przeżywa i pozostawia po sobie najwięcej płodnego potomstwa (dziś mówi się o zróżnicowanym przeżywaniu — należałoby chyba zdanie Darwina zamienić na „*survival of the fitter*”, gdyż mówi ono o „stosowności” względnej, a nie bezwzględnej). W każdym razie tak sformułowane i zdefiniowane zdanie, będące — powtórzmy — kamieniem węgielnym darwinizmu, ma wszelkie cechy tautologii². Nie tylko więc ewolucjonizm jako taki odnosi się do zjawisk, których opis — w myśl kryterium demarkacji Poppera — należy uznać za metafizykę, ale i jego struktura zbudowana jest ze zdań o wyraźnie tautologicznym charakterze. Co gorsza, teoria ewolucji nie pozwala na przewidywanie przyszłości, gdyż znajomość stanu aktualnego nie daje podstaw do ekstrapolacji w przyszłość, czego można by oczekiwać od dobrej teorii naukowej³. Były co prawda próby, zwłaszcza w naukach historyczno-społecznych, rozwiązania tego dylematu przez proponowanie obowiązujących praw rozwojowych, ważnych nie tylko jako podstawa opisu przeszłości, ale i jako narzędzie prognozowania przyszłości (np.

² Choć sam Darwin nie miał raczej wątpliwości, że „*the fittest*” jest po prostu organizmem lepiej przystosowanym do życia (a nie tylko przeżycia), sprawniejszym. W „*The Origin of species*” pisał: „If [the variations] do occur, can we doubt (remembering that more individuals are born than can possibly survive) that individuals having any advantage, however slight, over others, would have the best chance of surviving and procreating their kind? On the other hand one may feel sure that any variation in the least degree injurious would be rigidly destroyed. This preservation of favourable variations and rejection of injurious variations I call Natural Selection”.

³ Twórcy syntetycznej teorii ewolucji, J. B. Haldane, R. A. Fisher i Sewall Wright też byli świadomi słabości tak sformułowanej teorii, która nie traci swego częściowo tautologicznego charakteru nawet gdy rozszerzy się ją o pojęcie przystosowania, będącego mniej abstrakcyjnym sformułowaniem niż „*fitness*”, choć bezsprzecznie z nim skorelowanym (jak pisze Popper „*adaptation or fitness is defined by modern evolutionists as survival value, and can be measured by actual success in survival*”). Wspomnieni autorzy teorii syntetycznej pisali o darwinizmie: „There is hardly any possibility of testing a theory as feeble as this”.

marksizm), ale były to — zdaniem Poppera — próby, w których działał „efekt Edypa”: przyszłość okazywała się mniej więcej zgodna z zapowiedziami nie tyle za sprawą nieubłaganej działających praw, co dzięki świadomemu lub nieświadomemu naginaniu jej do wcześniejszych przewidywań.

Nieprzewidywalność zdarzeń ewolucyjnych nie oznacza jednak koniecznie ich metafizycznego statusu. Jak powiada Jacques Monod: „Mówiąc, że żywe istoty, jako klasa, są nieprzewidywalne nie twierdzę bynajmniej, że są one niewytłumaczalne...”. To przyjęte powszechnie przekonanie pozwala zachować dobre samopoczucie wśród większości paleontologów — ich zadaniem nie jest wszak przewidywanie przyszłości ale wyjaśnianie przeszłości, a to mogą robić bez przeszkód, stosując zasadę, że każde wydarzenie ewolucyjne daje się opisać jako adaptacyjną odpowiedź organizmu na zewnętrzne lub wewnętrzne bodźce środowiskowe. Nadużywanie łatwości eksplikacyjnej darwinizmu jest jednak realnym zagrożeniem, a prasa fachowa pełna jest przykładów takiej postawy, dla której fakt przeżycia danego gatunku czy grupy gatunków a wymarcia innych jest wystarczającym argumentem na rzecz tezy o wyższości adaptacyjnej tych pierwszych i niższości drugich. Z faktu, że trylobity zmniejszały swą różnorodność podczas paleozoiku (od ordowiku począwszy), a w tym samym czasie różnicowały się głowonogi, może, ale bynajmniej nie musi, wynikać, że te pierwsze przegrywały konkurencję, a więc były adaptacyjnie mniej wartościowe, tak jak z faktu, że dinozaury nie przeżyły granicy kredy z trzeciorzędem, a ssaki tę granicę przeżyły, nie wynika jeszcze wyższość przystosowawcza tych drugich. Redukcja ilości palców w ewolucji koniowatych nie oznacza jeszcze, że kończyny jednopalczaste są bardziej efektywne od trój- lub pięciopalczastych, gdyż twierdzenie takie musielibyśmy najpierw dowieść, a sam fakt przeżywania jednych a wymierania drugich form nie może być dowodem na wartość adaptacyjną, skoro — przypomnijmy — wartość tę definiujemy na podstawie różnicującego przeżywania. Co nie znaczy jednak, by dowód taki był niemożliwy — musi być jednak prowadzony pośrednio, bez odwoływania się do pojęcia przeżywania. Można więc np. twierdzić, że podobne zjawisko redukcji palców zachodziło również w innych grupach żyjących w podobnych warunkach, np. u południowoamerykańskich litopternów, a więc tego typu konwergencyjna ewolucja świadczy (choć niekoniecznie dowodzi) o faktycznym, a nie przypadkowym trendzie ewolucyjnym, co może być podstawą do wyciągania dalszych wniosków. Jeszcze silniejszym dowodem jest odwołanie się do zupełnie niezależnych od konkretnych przykładów biologicznych rozwiązań inżynierskich, by sprawdzić czy postulowany mechanizm adaptacyjny ma rzeczywistą wartość, a więc czy może stanowić model analogiczny do modeli stosowanych w technice — zgodność funkcji postulowanej i realnie wypełnianej przez konstrukcje techniczne może być dobrym sprawdzianem niesprzeczności danej hipotezy (choć niekoniecznie jej potwierdzeniem; tzw. test Rudwicka).

Wielu ewolucjonistów nie zadawała się jednak takim postępowaniem. Zasada niepowtarzalności, nieodwracalności i nietestowalności zjawisk ewolucyjnych wywołuje u niektórych z nich poczucie niedosytu. Jeśli, jak twierdzi Monod „Ziemia nie była brzemieniem życiem, a życie — człowiekiem” [3], jeśli wszystko to, co się zdarzyło jest jedynie realizacją zupełnie nieprawdopodobnych i niepowtarzalnych wydarzeń, wówczas

zdani jesteśmy jedynie na opis i wyjaśnianie *ex post*, bez możliwości uchwycenia istotnych prawidłowości i zasad ewolucji. Taka czysto idyograficzna (opisowa) paleontologia nie zadawała więc wszystkich — S. J. Gould jest autorem pojęcia „paleontologia nomotetyczna”, które odnosi się do nauki mającej badać „wydarzenia jako ogólniki, służące do formułowania ogólnych praw” [4]. Owa nomotetyczna paleontologia nie odwołuje się już tylko do jednostkowych ewolucyjnych zdarzeń, nie korzysta ze „słabych” wyjaśnień łączących przeżywanie z wyższością adaptacyjną, nie mówi nieraz w ogóle o przystosowaniach ani doborze naturalnym, ale stara się uchwycić najbardziej ogólne trendy dowolnych, abstrakcyjnych linii ewolucyjnych. Czy można jednak oderwać ewolucjonizm od takich pojęć jak przystosowanie, dobór naturalny, środowisko, odwoływać się do jakichkolwiek faktów paleontologicznych? Okazuje się, że można, czego dowodem jest tzw. ewolucja stochastyczna, w której drzewo filogenetyczne zastąpione zostało przez produkowane przez maszynę matematyczną abstrakcyjne kladogramy, a dobór naturalny ustąpił miejsca generatorowi liczb przypadkowych. Możliwość symulowania niektórych procesów ewolucyjnych na komputerze (bo otrzymane w ten sposób „stochastyczne” drzewa filogenetyczne zdumiewająco niekiedy przypominają drzewa realne) nie oznacza rzecz jasna, by procesy te były przypadkowymi fluktuacjami nie poddanymi kontroli ze strony doboru naturalnego, stwarza jednak możliwość zastanowienia się nad granicami i znaczeniem działania doboru i pozwala próbować wydzielić z faktycznej historii życia na Ziemi te jej składniki, które są niezależne od zaistniałych, realnych wydarzeń historycznych (a więc wydzielić tzw. „reziduum indeterministyczne” od reszty bardziej zdeterminowanych wydarzeń).

Inną dziedziną, w którą uciec może ewolucjonista pragnący oderwać się od nieubłaganej nieodwracalności obiektu swoich zainteresowań jest egzobiologia. Samą zasadą i istotą egzobiologii jest właśnie przekonanie, czy raczej domniemanie, o wielości światów żywych, o uniwersalności zjawiska życia we Wszechświecie. Czy można jednak sensownie mówić o życiu pozaziemskim, nie dysponując żadnymi bezpośrednimi informacjami na ten temat? I tym razem okazuje się, że można mówić... choć niekoniecznie sensownie, lecz by to czynić, trzeba najpierw poznać najbardziej zasadnicze i ogólne cechy życia na Ziemi, cechy życia właśnie, a nie jego konkretnych uwarunkowań od ziemskiego otoczenia. Właśnie refleksja o życiu pozaziemskim doprowadziła do wnikliwego zbadania zjawiska życia na Ziemi, do uznania możliwości (choć jeszcze nie realności) powtarzalności życia w skali kosmicznej. Ta refleksja przyniosła już wiele ciekawych przemyśleń, choć jest faktem zastanawiającym, że bardzo rzadko podejmują jej się ewolucjoniści, a znacznie częściej astronomowie (np. na zorganizowanej w 1971 r. w Armenii pierwszej międzynarodowej konferencji egzobiologów i specjalistów w dziedzinie SETI — Search for Extraterrestrial Intelligence — spośród 54 uczestników aż 41 było specjalistami szeroko pojętej astronomii i astrofizyki, a żaden nie był ewolucjonistą lub paleontologiem) [5].

W rozmyślaniach nad życiem pozaziemskim nie chodzi o to, by oderwać się od tego, co stanowi istotę życia na Ziemi, ale by z dwu jego komponentów (biotycznego i abiotycznego) wydzielić ten pierwszy i abstrahować od tego co stanowi bezpośredni wpływ ziemskiego środowiska. Jest to więc w pewnym sensie podobna idea do tej, która przyświecała twórcom „ewolucji z komputera”, lecz stanowi jej roz-

winięcie. Nie tylko bowiem egzobiologia izoluje (w miarę możliwości) życie z jego ziemskiego kontekstu, ale też stara się, tak wyizolowane, „przymierzyć” do innych możliwych kontekstów, nieraz zupełnie odmiennych od znanych nam z autopsji. Chodzi więc o to, by — jak powiada Carl Sagan — zerwać z naszym ziemskim szowinizmem, z tym wszystkim co uważamy za oczywiste, a co stanowi balast naszego antropocentryzmu, „mammalocentryzmu” czy zgoła geocentryzmu. Tak właśnie, starając się uwolnić od wszelkich możliwych szowinizmów, podejmuje Sagan próbę stworzenia hipotetycznego gazowego świata istot żywych atmosfery Jowisza, złożonego — ogólnie rzecz biorąc — z trzech grup organizmów: sinkers, floaters i hunters. W myśl tej koncepcji (opracowanej wspólnie przez C. Sagana i E. Salpetera) sinkers odbywają cykliczne wędrówki z wyższych do niższych warstw jowiańskiej atmosfery, głównie w celach reprodukcyjnych. Na niższych poziomach atmosfery sinkers stanowią pokarm dla floaters, które tam stale przebywają. Hunters, organizmy o największych rozmiarach (o wielokilometrowej średnicy) poruszają się w atmosferze na zasadzie odrzutu, wykorzystując do tego celu hel. Ta jowiszańska ekologia, niezależnie od całej swej egzotyki, stanowi w pewnym sensie jedynie odpowiednik stosunków biotycznych, panujących w ziemskim oceanie i przeniesionych na teren atmosfery Jowisza [6]. Podobne rozumowanie, choć odniesione do zupełnie innych warunków, doprowadziło też Sagana do konstrukcji hipotetycznych marsjańskich organizmów, odpornych na silne promieniowanie ultrafioletowe (np. przez wytworzenie grubych pancerzy ochronnych) i przystosowanych do hibernacji w warunkach okresowych i długotrwałych epok silnego mrozu (tzw. model „długiej zimy” — Sagan C. & J. Lederberg, 1976) [7]. Do jeszcze bardziej abstrakcyjnych spekulacji zrywających nie tylko z szowinizmem ziemskim, ale w ogóle planetarnym i biologicznym, ucieka się F. Hoyle, gdy konstruuje swą koncepcję „czarnej chmury”, która jest fantastycznym, ale uznanym przez środowisko naukowe modelem ożywionej chmury materii międzygwiazdnej, żywiącej się energią gwiazd i praktycznie nieśmiertelnej [8]. Popisem tego typu spekulatywnego, ale opartego na solidnych przesłankach rozumowania, był program wykrycia życia na Marsie przez misję Vikinga, przy którym należało skonstruować przyrządy zdolne do wykrycia ewentualnych śladów życia, którego charakteru nie można było z góry przewidzieć. Rezultaty tego przedsięwzięcia ukazały zresztą jasno, jak trudny jest ten zamiar — większość doświadczona dała rezultat zdecydowanie pozytywny (tzn. wykazujący ślady życia), gdy jedno — ale najważniejsze! — wyraźnie mu przeczyło [9].

Postawa antyszowinistyczna w nauce, a w egzobiologii w szczególności, niewątpliwie słuszna i płodna, kryje w sobie jednak pewne niebezpieczeństwo. Oto przekonanie o przypadkowym w gruncie rzeczy charakterze życia ziemskiego i konieczności oderwania się od lokalnych ograniczeń dla prowadzenia spekulacji o życiu w Kosmosie, może jednak narzucić inne ograniczenie — takie mianowicie, które neguje teoretyczną nawet możliwość podobieństw różnych form życia na odległych planetach. Tymczasem zaś mnożą się argumenty wskazujące, że możliwa jest pewna wspólnota, czy podobieństwo, form organicznych powstałych w różnych punktach Wszechświata. Mówi się ostatnio dużo o możliwej biochemicznej jedności różnych niezależnych od siebie światów ożywionych (o ile one istnieją), które miałyby być oparte na tym samym białkowym podłożu somatycznym i zbliżonym funkcjonowaniu aparatu

dziedziczenia (opartego na kwasach nukleinowych i zasadach purynowych i pirymidynowych). Aminokwasy i zasady te odkryto ostatnio w ciałach pochodzenia kosmicznego (np. w przebadanych niedawno meteorytach Murray i Murchison) [10], a ich obecność wydaje się też prawdopodobna w materii międzygwiazdnej — sądzi się coraz powszechniej, że stanowią one konieczne ogniwa we wczesnej ewolucji chemicznej, powstające nieuchronnie w określonych warunkach fizykochemicznych. Czy jednak można wykluczyć, że podobieństwa takie sięgają dalej, że dotyczą także takich sfer jak morfologia i zachowania hipotetycznych istot pozaziemskich? Czy można sobie wyobrazić np. jak powinna lub mogłaby wyglądać myśląca istota z innej planety? Czy istnieje jakakolwiek szansa, że byłaby ona podobna do naszego gatunku? Na filmie „Bliskie spotkanie trzeciego stopnia” pokazany jest kontakt ludzi z przybyszami z Kosmosu — goście dziwnie podobni są do gospodarzy. Autorom scenariusza zarzucono ludzki i ziemski szowinizm i brak wyobraźni — nieprawdopodobieństwem jest przecież zakładać, że te same historyczne przypadki, które zaszły w ewolucji człowieka, powtórzyły się też gdzieś indziej, i że już pierwszy kontakt zetknie nas z istotami człiekopodobnymi. Czy jednak autorzy filmu byli istotnie aż tak bardzo naiwni? W swych rozważaniach nad myślącymi stworzeniami z innych planet R. Bieri [11] w dłuższym wywodzie twierdzi, że owe „humanoidy” mogłyby być, z dużym prawdopodobieństwem, dwubocznie symetryczne, z ośrodkiem odbierania i przetwarzania informacji ze środowiska umieszczonym w przedniej części ciała, z parzystymi organami zmysłów rozmieszczonymi bocznie na „głowie”, z parzystymi przydatkami lokomocyjnymi (nogami), oraz parzystymi narządami służącymi do pracy i obrony (rękami) opatrzonymi od 8 do 12 delikatnymi wyrostkami manipulacyjnymi (palcami), itd.; gdyż wszystkie te cechy są nie tyle historycznie utrwalonymi przypadkami, co behawioralnie i ekologicznie narzuconą koniecznością. Być może więc, gdy dojdzie kiedyś istotnie do „spotkania trzeciego stopnia” zobaczymy nie tylko istoty zbudowane z tych samych, lub podobnych, związków chemicznych, lecz także wyglądających podobnie do nas (i w dodatku posługujących się zbliżoną matematyką! — Bieri twierdzi, że w przypadku istoty dziesięciopalczastej, a takiej możemy się spodziewać, jej arytmetyka oparta będzie przypuszczalnie na systemie dziesiętnym).

Tak więc tęsknota ewolucjonistów za „paleontologią nomotetyczną” może być w coraz szerszym stopniu zaspokajana przez symulację komputerową i egzobiologię; jej efekty mogą też okazać się kiedyś falsyfikowalne, a więc po popperowsku naukowe, gdyby dojsz miało, w niedającej się przewidzieć przyszłości, do „bliskiego spotkania”, i gdyby dane nam było poznać drugi przykład procesu ewolucyjnego (gdyby więc, tym samym, ewolucja utraciła swój jednostkowy charakter). Zanim jednak do tego dojdzie (a może nie dojdzie nigdy?), zanim testowanie ewolucjonizmu okaże się możliwe przez odniesienie do „ewolucji alternatywnej”, czy ewolucjoniści traktować mają swą naukę jako metafizyczną? Sprawa sprowadza się oczywiście do problemu testowalności, a ściślej falsyfikowalności ewolucjonizmu. Wydaje mi się, a podobne zdanie wypowiadali też liczni korespondenci *Nature*, że cały problem niefalsyfikowalności ewolucjonizmu jest w dużej mierze nieporozumieniem, wynikającym ze zbyt wąsko traktowanego zakresu zainteresowań tej dziedziny wiedzy. Można sobie zresztą wyobrazić dość prosty test na sfalsyfikowanie ewolucjonizmu — jeden udany ekspery-

ment z samoródtwem, jedna żywa komórka otrzymana w próbówce z substancji nieożywionych, stanowiłyby argument przemawiający przeciw uznanej teorii pochodzenia życia, jeden opisany przykład skokowej transmutacji gatunków podważyłby darwinowską wykładnię ewolucji. Na teorii ewolucji, nie zawsze w sposób w pełni uświadomiony, opiera się wiele doświadczeń — negatywny ich wynik podważyłby i zasadność samej teorii. Tak np. wszelkie badania immunologiczne opierają się na założeniu „bliższego pokrewieństwa” pewnych gatunków i dalszego innych — cóż jednak tego typu pokrewieństwo miałoby oznaczać, jeśli nie wspólnotę pochodzenia? Jeśli reakcje immunologiczne małp i człowieka są znacznie bardziej zbliżone niż człowieka i myszy, lub jeśli kariotypy człowieka i szympansa są znacznie bardziej podobne do siebie niż człowieka i rekina, to trudno znaleźć dla takich zjawisk inne wytłumaczenie jak to, które odwołuje się do wspólnej historii i wspólnego pochodzenia. Każde z tego typu doświadczeń jest też potencjalnym źródłem falsyfikacji teorii darwinowskiej choć niekoniecznie ewolucjonizmu; trzeba pamiętać, że darwinizm — to głównie teoria specjacji, czyli powstawania nowych gatunków, a we współczesnym ewolucjonizmie funkcjonuje kilka, nie zawsze wykluczających się, teorii specjacji. Ewolucjonizm nie jest więc zamkniętą, ściśle sformalizowaną strukturą, ale systemem otwartym, w którym krzyżują się wpływy wszystkich nauk biologicznych — genetyki, ekologii, anatomii, embriologii, immunologii i wielu innych, a także niebiologicznych, takich jak inżynieria, cybernetyka, informatyka itp. Zgodność, lub niezgodność, każdej z tych dziedzin z teoriami ewolucyjnymi stanowi dobry, choć nie zawsze wystarczający, test wiarygodności tych teorii; jak dotąd zgodność wszystkich tych krzyżujących się, ale w dużej mierze niezależnych od siebie, kierunków stwarza zupełnie mocne podstawy dla ewolucjonizmu jako nauki. Ogromna większość ewolucjonistów nigdy nie miała wątpliwości, że uprawia naukę i że jej przemyślenia odnoszą się do realnych faktów, a nie do zamkniętego logicznie systemu zdań. Sam Popper zresztą doszedł ostatnio do przekonania, że jego opinia o randze darwinizmu może być nieco zbyt dogmatyczna. W niedawno opublikowanym artykule [12] napisał on: „the fact, that the theory of natural selection is difficult to test has led some people, anti-Darwinists, to claim that it is a tautology (...). Since the explanatory power of a tautology is obviously zero, something must be wrong here (...). I mention this problem because I too belong among the culprits (...). I have charged my mind about the testability and the logical status of the theory of natural selection and I am glad to have an opportunity to make a recontraction”.

Dodam na zakończenie, już na nasz własny użytek, że jest to konkluzja krzepiąca. Moja macierzysta instytucja, Muzeum Ewolucji przy OB PAN, ma w swym programie zawarte przeświadczenie, że jej działalność służy „upowszechnianiu światopoglądu naukowego”. Trzonem tego światopoglądu jest właśnie darwinizm. Przyjmując zdanie niektórych współczesnych kladystów, że darwinizm nie jest systemem naukowym (z opinią tą należy się poważnie liczyć, co nie znaczy jednak, że trzeba ją akceptować), stanęlibyśmy w kłopotliwej sytuacji szerzenia metafizyki. Ostatnio prowadzona na łamach *Nature* dyskusja pokazuje jednak, że nie jest może tak źle. Jest jeszcze wiele spraw do upowszechnienia.

LITERATURA

- [1] Ryszkiewicz M. — Spisek w Muzeum Historii Naturalnej, Kosmos, 6, 1981.
- [2] op. cit.
- [3] Monod J. — *Le hasard et la nécessité*, Seuil, 1970.
- [4] Raup D. M. et al. — *Stochastic models of phylogeny and the evolution of diversity*, J. Geol., 81, 5, 1973.
- [5] Sagan C. (ed.) — *Communication with extraterrestrial intelligence*, MIT, Cambridge Mass, 1973.
- [6] Edelson E. — *Who goes there?*, Doubleday, 1979.
- [7] Sagan C., Lederberg J. — *Life on Mars, a preViking prospect*, Icarus, 28, 291—300, 1976.
- [8] Hoyle F. — *The Black Cloud*, Heinemann (wyd. pol. 1981, Wydawnictwo Literackie), 1974.
- [9] Goldsmith D., Owen T. — *The Search for Life in the Universe*, Benjamin /Cummings, 1980.
- [10] Stoks P., Schwartz A. — *Uracil in carbonaceous meteorites*, Nature, nr 5740, 1979.
- [11] Bieri R. — *Humanoids on other planets*, Am. Scient., 53, 452—458, 1964.
- [12] Popper K. — *Dialectica* 32, 344, 1978.

P. J. Kelly, G. Schaefer (red.) — *Biological Education for Community Development*. Taylor et Francis Ltd. London 1980, s. 191.

Książka ta została wydana przy współudziale Commission for Biological Education of the International Union of Biological Science (IUBS) oraz Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) przy Uniwersytecie Kilońskim (RFN). Obejmuje ona cztery następujące części:

- I. Czym jest kształcenie biologiczne dla społecznego rozwoju (What is Biological Education for Community Development?).
- II. Sprawozdania z różnych krajów (Reports from different countries)
- III. Szczegółowe zagadnienia (Particular Issues)
- IV. Uzupełnienia (Appendix).

Kształcenie biologiczne winno się w większym niż dotychczas stopniu przyczyniać do rozwoju społeczeństw na całym świecie. Szczególnie ważny staje się ten problem w krajach rozwijających się. Wiele bowiem problemów nurtujących społeczeństwa świata ma podłoże bądź charakter biologiczny. Należą tu problemy odżywiania, zdrowia, rolnictwa, zanieczyszczeń środowiska, eksplozji demograficznej, agresji czy też ochrony naturalnych zasobów przyrody. Ich realne rozwiązywanie wymaga pogłębienia znajomości biologii w szerokich kręgach społecznych. Znaczne postępy nauk biologicznych zwłaszcza w zakresie biologicznej technologii i inżynierii genetycznej wywierają silny wpływ na życie ludzkie". (Wstęp s. VII).

Dlatego też Komisja Kształcenia Biologicznego przy Międzynarodowej Unii Nauk Biologicznych (CBE — IUBS) koncentruje w ciągu ostatnich kilku lat swe prace na problemie powiązania kształcenia biologicznego z rozwojem społeczeństw. W roku 1978 zorganizowano Konferencję w Chelsea College przy Uniwersytecie Londyńskim celem określenia znaczenia i zadań „kształcenia biologicznego na rzecz rozwoju społeczeństw”. Prace te kontynuowane były w 1979 r. na Konferencji zorganizowanej przez Instytut Pedagogiki Nauk Przyrodniczych (IPN) w Kilonii (RFN) i zmierzały do opracowania programu poświęconego kształtowaniu metod i materiałów przeznaczonych dla trzech poziomów kształcenia: szkolnego, wyższego i pozaszkolnego (nieformalnego).

W recenzowanej książce przedstawiono ważniejsze opracowania i komentarze z obu konferencji.

W części I zostały zamieszczone robocze założenia Konferencji w Chelsea College (16—20 XII 1978) opracowane przez prof. P. J. Kelly'ego (Department of Education University of Southampton, Anglia) oraz odnoszące się do niego komentarze (m.in. prof. R. A. Kille — Department of Zoology, University of Edinburgh, Szkocja, prof. E. B. Ruqurnayo — Schools of Education, University of Zambia, Zambia, prof. F. A. Gornall — University of British Columbia, Kanada, dr H. Bergmann — Forschungstelle für Internationale Agrarentwicklung, Heidelberg, RFN, prof. W. H. Dowdeswell — University of Bath, School of Education, Claverton Down, Bath — Anglia, prof. P. J. Kelly — Anglia, dr M. Atchia — Mauritius Institute of Education, Reduit — Mauritius).

Do głównych zadań Konferencji w Chelsea College zaliczono:

1. Określenie relacji między kształceniem biologicznym a potrzebami społeczeństwa.

2. Analiza treści umiejętności i postaw kształtowanych w toku nauczania biologii w aspekcie rozwoju społeczeństw.

3. Opracowanie przykładów praktycznych działań umożliwiających szkołom, nauczycielom i instytucjom wychowawczym uzyskanie ściślejszych i bardziej zadowalających powiązań kształcenia biologicznego z rozwojem społeczeństw.

4. Określenie zadań w zakresie rozwoju społeczeństw jakie może pełnić kształcenie biologiczne na poziomie wyższym (tertiary education) oraz biologiczne badania naukowe i sposób ich popierania.

Przed kilkunastu laty akcentowano w nauczaniu biologii na poziomie szkoły ogólnokształcącej opis żywych organizmów. Nieco później przedstawiano w szkołach biologię jako naukę eksperymentalną i dążono do kształtowania umiejętności niezbędnych w badaniach naukowych, a następnie wdrażano — przynajmniej częściowo — uczniów do zdobywania wiedzy w toku wykonywania tego rodzaju badań.

Obecnie nasilają się tendencje do ściślejszego powiązania nauczania biologii z potrzebami społecznymi.

Dążono do wyjaśnienia w jakiej mierze orientacja nauczania biologii na potrzeby społeczne różni się od poprzednio proponowanych rozwiązań. Autor ukazuje trzy zasadnicze różnice:

- społeczne podejście do zadań nauczania biologii prowadzi do preferowania w programach nauczania treści mających większe znaczenie dla współczesnych społeczeństw — np. treści dotyczących zdrowia, środowiska naturalnego, odżywiania, zagadnień populacyjnych, genetyki, behawioru, technologii biologicznej (w tym z zakresu rolnictwa, rybołówstwa i medycyny),
- silniejsze akcentowanie treści z dziedziny biologii człowieka,
- nastawianie się w większym stopniu na uczenie rozwiązywania problemów niż opanowywanie wiedzy (issue studies rather than knowledge studies). Wymagać to będzie włączenia uczniów i studentów do oceniania sądów naukowych, rozwiązywania problemów (zwłaszcza otwartych) oraz np. kształtowania umiejętności podejmowania decyzji dotyczących życia społeczeństw.

Uwzględnienie powyższych postulatów nie pociągnie za sobą likwidacji badawczego i opisowego opanowywania treści nauczania w szkołach. Ważne jest przy tym zachowanie właściwych proporcji w strukturze wiedzy szkolnej. Problem kształcenia biologicznego należy rozpatrywać również z pozycji oczekiwań poszczególnych ludzi.

Czynny ich udział w rozwoju społecznym ułatwi kształtowanie przekonania o nieodzowności rozumienia problemów biologicznych dla właściwego rozwoju i polepszania warunków życia społeczeństw. Konieczne jest w tym przypadku ściślejsze powiązanie nauczania biologii z lokalnymi problemami społecznymi oraz wdrażanie uczniów i studentów do ich badania i rozwiązywania.

Nauczanie biologii winno przyczyniać się do osobistego rozwoju wszystkich uczniów a więc wspomagać rozwój poszczególnych członków społeczeństwa. I tak dokładne poznanie budowy, funkcji oraz wymagań własnego organizmu prowadzi do zrozumienia własnych możliwości i ograniczeń rozwojowych pozostających w ścisłym związku z rozwojem danego społeczeństwa — z jego zdrowotnością czy odżywianiem się.

Powiązanie nauczania biologii z potrzebami społecznymi winno prowadzić także do kształtowania umiejętności i postaw niezbędnych w działaniu jednostki w społeczeństwie.

By działanie szkoły było skuteczne konieczne jest uwzględnienie powiązań uczniów z kulturą danego społeczeństwa, a nie tylko traktowanie ich jako uczestników systemu kształcenia. Z powyższych względów realizacja zadań w zakresie biologicznego kształcenia wspomagającego rozwój społeczeństw winna przebiegać różnymi drogami. P. J. Kelly przedstawił pięć typów projektów działań:

1. Opracowanie materiałów dotyczących jednostek tematycznych i działań mających zapewnić uczniom podstawową wiedzę i umiejętności ważne dla biologicznego rozwoju społeczeństw. Ich ujęcie powinno zapewniać ich adaptację do lokalnych warunków oraz programów nauczania, jak również zmierzać do przygotowania uczniów do uczestnictwa po ukończeniu nauki w szkole w rozwoju społeczeństwa.

2. Opracowanie materiałów adresowanych bezpośrednio do uczniów i uwzględniających ich aktualne potrzeby oraz rolę w rozwoju społeczeństwa, które zawierałyby informacje naukowe oraz wskazówki ukierunkowujące pozaszkolną działalność uczniów.

3. Opracowanie podobnych (jak wyżej pkt. 1 i 2) materiałów przeznaczonych dla osób dorosłych (rodziców, przywódców młodzieży, lekarzy, pielęgniarek i rolników) nie związanych z pracą szkolną lecz dostarczających informacji ułatwiających wspólne działanie z młodzieżą z nimi związaną.

4. Kształtowanie strategii dla zespolonych działań szkoły i społeczeństwa. W pracę te należałoby włączać również i nauczycieli jako członków lokalnego środowiska społecznego. Doświadczenie zdobyte na tej drodze będą mogli wykorzystywać nauczyciele w pracy szkolnej.

5. Kształtowanie strategii dla działań całych społeczności, które będą również wykorzystywane przez szkoły w ich pracy na rzecz rozwoju społeczeństwa. Dotyczyć one winny określonych tematów, np. kształcenia w zakresie problemów odżywiania. Należy podjąć badania sondujące opinie różnych grup społecznych i instytucji na temat ważności różnych zagadnień. Kształcenie w wytypowanych kierunkach mogą podjąć różne instytucje, w tym i szkoły.

Kształcenie biologiczne na poziomie wyższym (tertiary education), rozwój badań społeczeństw

Różne formy kształcenia na poziomie wyższym winny się również przyczyniać do rozwoju społeczeństw, zwłaszcza że obejmuje ono przyszłych decydentów kierujących rozwojem społeczeństw. W sprawozdaniu proponuje się określenie w jaki sposób poprzez dobór treści i metod kształcenia można teoretycznie i praktycznie przygotowywać studentów do podejmowania ważnych decyzji dotyczących biologicznych aspektów rozwoju społeczeństw. Postuluje się wprowadzenie tego rodzaju kursów również na kierunkach niebiologicznych, np. kształcących przyszłych administratorów na studiach biologicznych, w tym na studiach dla nauczycieli biologii.

Należy rozważyć możliwości wykorzystania biologicznego dorobku naukowego szkół wyższych w programach rozwoju społeczeństw, ich współuczestnictwa (podobnie jak i innych instytucji naukowych) w organizowaniu ośrodków kształcenia biologicznego mającego na celu rozwój społeczeństwa oraz nasilenia badań i prac rozwojowych dotyczących tych problemów.

Jaki charakter winny mieć te badania? Jakie interdyscyplinarne badania mogłyby być podjęte? Które z nich musiałyby mieć charakter badań terenowych prowadzonych w danych społecznościach? W jakim stopniu wydziały biologiczne wyższych uczelni w krajach rozwiniętych mogłyby się włączyć w kształcenie specjalistów do tego rodzaju prac terenowych dla krajów rozwijających się nie dysponujących takimi możliwościami? Czy wskazane jest podejmowanie badań komparatystycznych?

R. A. Kille w swym komentarzu stwierdza, że analizy zamieszczone w roboczym dokumencie stanowią dobrą podstawę dyskusji. Wskazuje się w nim możliwości włączenia już istniejących instytucji szkolnych i naukowych do kształcenia biologicznego ukierunkowanego na stymulowanie rozwoju społeczeństw. Dokument

ten ułatwi pracę nad programami oraz skutecznymi i zarazem atrakcyjnymi strategiami tego rodzaju kształcenia. R. A. Kille preferuje pierwszą fazę realizacji programu, a mianowicie rozwój jednostek, które będą przyczyniały się do rozwoju społeczeństw. Odnosi się z rezerwą do możliwości realizacji szeregu teoretycznych założeń. Należy zwrócić uwagę na treści kształcenia i przebieg procesu dydaktycznego na wydziałach biologicznych, zwłaszcza kształcących nauczycieli biologii. Proces dydaktyczny ma na celu przekazanie studentom wiedzy biologicznej z zakresu różnych specjalności na możliwie najwyższym poziomie naukowym. Nie uzyskują oni przygotowania do nauczania ważnych społecznie biologicznych treści.

Konkretne działania w dziedzinie organizacji kształcenia będą uzależnione w znacznym stopniu od lokalnych warunków i potrzeb. Ich koordynacją winny się głównie zająć uczelnie kształcące nauczycieli biologii. Kształceniem biologicznym sprzyjającym rozwojowi społeczeństw należy objąć również młodzież i dorosłych. Konieczne opracowywanie i sprawdzanie wstępnych projektów przed ich szerokim upowszechnieniem.

E. B. Rugumayo analizował możliwości właściwego uwzględnienia trzech dyskutowanych sugestii, tj. konieczność silniejszego akcentowania w procesie kształcenia biologicznych treści mających szczególne znaczenie dla rozwoju społeczeństw, zagadnień biologii człowieka oraz rozwiązywania problemów, a nie tylko na samą wiedzę. Winny one być traktowane dynamicznie we wzajemnym powiązaniu. Trudno bowiem teoretycznie określić, kiedy jedno z nich odgrywać będzie rolę czynnika limitującego. To zagadnienie może być rozstrzygnięte jedynie na drodze badań prowadzonych w różnych państwach nad programami nauczania biologii i ich odbudowę dydaktyczną.

W krajach takich jak Zambia, w których szkolnictwo wyższe zaczyna się dopiero rozwijać, należy, zdaniem E. B. Rugumayo, preferować podejście naukowe i opisowe.

Z drugiej jednak strony ze względów społecznych rozwiązywanie praktycznych problemów winno mieć pierwszeństwo przed badaniami naukowymi. Należy więc oba te aspekty uwzględniać przy zachowaniu właściwych proporcji.

Rozwój jednostek musi poprzedzać rozwój całych społeczeństw. W kształceniu biologicznym należy uwzględniać treści ważne dla rozwoju społecznego. Nauczania szkolnego nie można nadmiernie obciążać treściami dotyczącymi produkcji rolnej, przygotowania wojskowego i kształcenia politycznego. Jakość tego rodzaju działań jest często bowiem wątpliwa.

Mimo iż pewne działy programu wydają się być interesujące, nie można ocenić w jakim stopniu faktycznie przygotowują absolwentów do udziału w rozwoju społeczeństwa. Konieczne jest zwracanie baczniejszej uwagi na pozaszkolne oddziaływanie na populację osób dorosłych i łączenie tych wysiłków z pracą szkolnej społeczności.

Szkoły wyższe (uniwersytety i college) w krajach Trzeciego Świata nie wywiązują się właściwie ze swych obowiązków działania na rzecz rozwoju społeczeństw, zwłaszcza w zakresie kształcenia biologicznego.

F. A. Gornall rozważa problemy nauczania szkolnego i pozaszkolnego. Wskazuje na stosunkowo mały wpływ nowych tendencji w programowaniu i nauczaniu biologii na praktykę szkolną. Wymagania egzaminacyjne zmuszają do preferowania w szkołach średnich tradycyjnych treści i metod nauczania (podobnie zresztą jak i w Polsce — uwaga W. Stawiński). Stanowią więc czynnik skutecznie hamujący wszelkie zamierzenia innowacyjne. Zmiany dokonywane w treściach nauczania biologii mają dopiero po upływie wielu lat wywrzeć widoczny wpływ na sposób nauczania tego przedmiotu. Niewłaściwa orientacja nauczycieli co do istoty proponowanych innowacji prowadzi do tradycyjnej podającej realizacji nowych

programów nauczania biologii. I tak np. amerykański program BSCS (Biological Science Curriculum Study) został przez Ministerstwo Oświaty w Kolumbii Brytyjskiej przekazany do szkół bez jakiegokolwiek ukierunkowania. W efekcie, w większości z nich „żółta wersja” podręcznika BSCS była wykorzystywana przy zastosowaniu tradycyjnej metody pracy z podręcznikiem — czytania tekstu i bieżącego jego opanowywania. To co jest istotą tego programu — podejście badawcze do problemów biologicznych — nie zostało w ogóle uwzględnione.

W realizacji zamierzeń w zakresie kształcenia biologicznego dla rozwoju społeczeństw należy mieć powyższe fakty na uwadze. W badaniach nad tym problemem winni uczestniczyć nie tylko biologowie reprezentujący poszczególne specjalności, lecz przede wszystkim specjalizujący się w zakresie dydaktyki (kształcenia biologicznego).

F. A. Gornall opowiada się za szerokim rozprowadzaniem materiałów informacyjnych.

Szereg istotnych problemów poruszył H. Bergmann opierając się na doświadczeniu nabytym w Afryce w krajach leżących na południe od Sahary. Przedstawił on np. definicję podstawowych terminów dotyczących społeczeństw i społecznego rozwoju, próby zbadania hipotez, na których opierają się założenia dyskutowanego dokumentu i sugestie alternatywnych sposobów dojścia do udziału nauczania biologii w rozwoju społeczeństw. Termin „społeczństwo” odnoszony jest zwykle do małych społeczeństw wiejskich, w mniejszym stopniu do miejskich. Nauczanie biologii musi obejmować problemy ogólnokrajowe. Termin ten definiowany jest czasem jako system biologiczny. Najczęściej jednak jako system socjopolityczny i socjokulturalny. Równie wieloznaczne są terminy „rozwój społeczny” i „kształcenie”. Poglądy zawarte w dyskutowanym dokumencie nie są w pełni specyficzne dla kształcenia biologicznego. Jeśli są one poprawne, to możliwe jest doprowadzenie do uzyskania zakładanego wpływu nauczania biologii na rozwój społeczeństw.

Większość członków społeczeństw ludzkich posyłana jest przez rodziców do szkoły. Ukończenie szkoły zapewnia zwykle lepszą pracę i wyższy zarobek, daje szansę na osobiste sukcesy w lokalnym środowisku. Wyniki kształcenia rzadko odpowiadają oczekiwanemu przez planistów rozwojowi. Tradycyjne szkoły i instytucje wychowawcze działają zwykle w oparciu o programy mające niewiele wspólnego z rozwojem danej społeczności, podobnie jak wiadomości i umiejętności opanowywane w nich przez uczniów. Pewne pozytywne zmiany może zapoczątkować czynne włączenie nauczycieli do prac na rzecz rozwoju społeczeństw. Nie można oczekiwać większych efektów oddziaływania szkoły poprzez uczniów na starsze społeczeństwo. Nie jest ono z różnych względów skłonne do przejmowania wiedzy, umiejętności, nawyków (np. higienicznych) od dzieci i młodzieży. Szkoła w ograniczonym stopniu uczestniczy w realizacji planów rozwoju. Nauczyciel obciążony zadaniami szkolnymi bez dodatkowego przygotowania i wynagrodzenia niezbyt chętnie podejmuje nowe społeczne obowiązki.

Tylko niewielka liczba problemów rozwoju może być inicjowana i w krótkim czasie rozwiązywana przez lokalne społeczności — np. problemy higieny, opieki nad dzieckiem bądź zaopatrzenie w wodę itp. Ogranicza to możliwości szerszego doboru zadań dydaktycznych i oparcia nauczania treści biologicznych na szerszych podstawach. Szkole pozostają więc jedynie podstawowe działania. Niesłusznie planuje się w dyskutowanym projekcie bezpośredni udział szkoły w rozwoju społeczności. Natomiast nauczyciel biologii jest zdolny do zidentyfikowania pewnych lokalnych problemów o nachyleniu biologicznym. Po właściwym przygotowaniu może uczestniczyć w realizacji projektów jednostek tematycznych dostosowanych do zadań, zasobów i czasu. Takie rozwiązanie prowadzi do uwzględnienia zainte-

resowań uczniów, wymagań krajowych programów nauczania oraz możliwości działania uczniów szkół podstawowych i średnich. Jako niezbyt realny uważa H. Bergmann projekt ściślejszego włączenia do pracy szkół specjalistów reprezentujących służbę zdrowia, służbę rolną, weterynaryjną itd. i kierowania przez nich określonymi pracami uczniów.

H. Bergmann analizuje także problemy dotyczące uwzględniania w programie nauczania biologii treści niezbędnych dla rozwoju społeczności ludzkich. Nie może być, jego zdaniem mowy o jednolitym ujęciu tych treści programowych. Problemy rozwoju różnych społeczności (np. wiejskich, małych miast i dużych ośrodków przemysłowo-administracyjnych) mają specyficzny charakter. Konieczne więc jest daleko idące różnicowanie treści programowych i sposobów ich realizacji. I tak np. w małej wiejskiej społeczności nauczyciel może zakończyć realizację działu poświęconego problemom zaopatrzenia ludności w zdrową wodę pitną konstruowaniem przez uczniów filtrów żwirowych (sand filters) w pobliżu domów, w dużym mieście natomiast opracowaniem przez nich apelu do władz administracyjnych o zapewnienie ludności wysokiej jakości wody pitnej. Wykorzystywanie w procesie nauczania żywych organizmów (roślin i zwierząt) winno być uzależnione od rodzaju kontaktu, jaki ma lub może mieć uczeń z żywą przyrodą w swej lokalnej społeczności. Niezbędne jest badanie społeczno-kulturowych uwarunkowań znajomości i wykorzystania wiedzy biologicznej w danym społeczeństwie, jej naukowej poprawności i opracowywanie programów działań na rzecz poprawy sytuacji w tym zakresie. Duże znaczenie dla rozwoju społeczeństw ma upowszechnianie biologicznej wiedzy stosowanej (np. rolniczej) szczególnie przydatnej w lokalnej gospodarce.

Problemy powiązań biologii z polityką zrelacjonował M. Atchia. Są one widoczne między innymi w zakresie polityki populacyjnej i rolnej, eksploatacji zasobów naturalnych itd.

W. H. Dowdeswell przeanalizował miejsce technologii w programach biologii (i ich obudowie dydaktycznej). Wskazał na potrzebę uwzględnienia w niej tego aspektu treści biologicznych.

Interesujące uwagi na temat struktury kształcenia biologicznego przedstawił P. J. Kelly (The structure of biological education).

Biologia jako przedmiot nauczania obejmuje zarówno wiedzę, jak i związane z nią przejawy aktywności ludzkiej (activity) z zakresu różnych dyscyplin biologicznych. Właściwy dobór treści stanowi ważny problem kształcenia biologicznego. Zręby konstrukcji programów nauczania biologii winny stanowić główne prawidłowości życia — np. zależność budowy i funkcji, organizmu i środowiska, ciągłość życia (dziedziczność i ewolucja), komunikacja (w aspekcie procesów molekularnych jak i behawioru całych organizmów). Na tej podstawie można w różny sposób konstruować programy, np. podkreślając różnice między kategoriami „badań”, „poziomów biologicznej organizacji” i „prawidłowości życia” mającymi teoretyczny charakter oraz bardziej konkretnych „typów organizmów”, których system stanowiłby zwykle podstawy tradycyjnego nauczania biologii.

Aktualnie nasilają się tendencje do konstruowania programów zmierzających do ukazania poprzez zaznajomienie uczniów z życiem i budową organizmów bardziej abstrakcyjnych i ogólnych pojęć (idei).

Dwudziestoletnia praktyka wykazała ograniczoność tego rodzaju teoretycznych schematów. Nie jest słuszne nadmierne akcentowanie jedności żywych organizmów bez równoczesnego podkreślania występujących między nimi różnic. Należy więc w większym stopniu zwrócić uwagę na organizmy jako jednostki i społeczności, rozpatrywać je na płaszczyźnie biosocjalnej, np. przy podejmowaniu zagadnień z zakresu biologii człowieka uwzględniać aspekty socjologiczne, psycho-

logiczne i antropologiczne. P. J. Kelly postuluje więc silniejsze powiązanie biologii jako przedmiotu nauczania z naukami społecznymi. Byłby to odwrót od tendencji dominujących w latach sześćdziesiątych a wyrażających się w jej wiązaniu z naukami fizycznymi.

Dyskusja na temat biologii jako przedmiotu nauczania angażuje jedynie wąski krąg biologów i nauczycieli biologii. Cały świat natomiast przeżywał w ciągu ostatnich dwudziestu lat problemy wynikające z eksplozji demograficznej, nasilającej się degradacji środowiska naturalnego i groźby zagłady ludzkości.

W efekcie wzrastało znaczenie treści ekologicznych i socjologicznych w nauczaniu biologii oraz zwiększał się ich zakres w programach nauczania. Problemy odnowy środowiska wywarły także znaczny wpływ na programy i nauczanie geografii i innych przedmiotów.

Z dyskusji nad nauczaniem ochrony środowiska wypływa wniosek, że badania naukowe nie wystarczają jako metoda zaznajamiania z problemami społecznymi. Konieczne jest w tym przypadku nauczanie i uczenie się przez rozwiązywanie problemów. P. J. Kelly porównuje strukturę nauczania i uczenia się wiedzy oraz rozwiązywania problemów. Sugeruje więc podjęcie prac nad syntezą, która mogłaby stanowić podstawę dla strukturalizacji biologicznych treści nauczania. Taką ważną rolę może odegrać synteza o charakterze biosocjologicznym zakładająca ścisłe powiązania między wiedzą biologiczną i socjologiczną. W programach nauczania należy doprowadzić do właściwej równowagi między nabywaniem wiedzy oraz rozwiązywaniem problemów.

Nauczanie biologii jako element kształcenia ogólnego winno wiązać elementy wiedzy naukowej, osobiste potrzeby jednostek i potrzeby społeczeństwa oraz wymogi dotyczące wartości moralnych.

W części II przedstawiono informacje dotyczące problemów kształcenia biologicznego i rozwoju społeczeństw w niektórych państwach Azji (A. N. Rao), w Brazylii (M. Krasilchik), Kanadzie (F. A. Gornall), na Wyspach Karaibskich (W. K. King), w Izraelu (A. Blum), Japonii (K. Imahori), Kuwejcie (M. S. Subbarini), w państwie Mauritius (M. Atchia), Meksyku (J. M. Gutierrez-Vasquez), Holandii (L. Vlijm), na Filipinach (D. Hernandez), w Singapurze (A. N. Rao), w Zambii (E. B. Rugumayo).

W części III znalazły się spisy szczegółowych problemów i programów, np. charakterystyka kursów biologii na studiach nieprzyrodniczych (R. A. Kille), uwagi dotyczące kształcenia nauczycieli biologii w aspekcie społecznego rozwoju (C. A. Quiroz) lub barier ograniczających efektywność nauczania biologii (F. A. Gornall), interesujące ujęcie problemu kształcenia pojęć biologicznych w szkołach pod wpływem wymagań nauki i społeczeństwa (G. Schaefer), teoretyczne i praktyczne problemy nauczania biologii stymulującego pozaszkolne działanie (C. Sutton i D. Tomley), zagadnienia związane z realizacją jednostki tematycznej programu biologii poświęconej rasom ludzkim a mającej na celu przewyżczenie uprzedzeń rasowych (U. Kattmann) oraz wykorzystaniem zasobów żywej przyrody jako ważnym aspektem stosowanej biologii (A. N. Rao).

W części IV zamieszczono następujące załączniki:

- wykaz problemów społecznych i adekwatnych im tematów biologicznych,
- sugestie ukierunkowań do dyskusji na temat problemów biospołecznych oraz
- projekt programu biologii przeznaczony dla państw arabskich.

Problematyka recenzowanego wydawnictwa zainteresuje z pewnością polskich dydaktyków ogólnych oraz szczególnie dydaktyków biologii. Pewne sugestie mogą być z pożytkiem wykorzystane w naszych pracach nad unowocześnianiem programów nauczania biologii w szkołach ogólnokształcących. Całość dostarcza argumentów przemawiających za koniecznością uwzględnienia biologii jako przedmiotu nauczania w polskich szkołach zawodowych. Znajomość i zrozumienie biologicznych

podstaw różnorodnej działalności człowieka może również w naszym kraju przyczynić się do przyspieszenia jego rozwoju społeczno-gospodarczego.

Na marginesie powyższych uwag wylania się pytanie dlaczego tak nikły jest udział polskich dydaktyków biologii w pracach Komisji Kształcenia Biologicznego działającej przy Międzynarodowej Unii Nauk Biologicznych (IUBS)? Dlaczego brak jest informacji dostępnych szerszemu gronu czytelników na temat prac tej Komisji? Czy nie warto by przeanalizować formalne możliwości pogłębienia współpracy polskich dydaktyków biologii z Komisją Kształcenia Biologicznego przy IUBS?

Wiesław Stawiński

Robert J. Weaver — Plant Growth Substances in Agriculture. W. H. Freeman and Co., Inc., San Francisco 1972; s. XVIII+594, rys. 147, tab. 6, cena £ 21,60.

Książka Weavera jest podręcznikiem. Za cel główny stawia sobie przedstawienie możliwości wykorzystywania regulatorów wzrostu roślin do podwyższania plonów; lecz i nie pomija spraw podstawowych, tj. zapoznania studenta z istotą regulatorów wzrostu roślin jako specyficzną i specjalną grupą substancji biologicznie czynnych. Że zaś czyni to rzeczywiście dobrze, to zachowuje aktualność po dziś dzień, jak i mieć ją będzie zapewne i za następne 10 lat. Przyczynę zachowania aktualności przez tak długi okres czasu stanowi umiejętne ujęcie zagadnienia, tak pod względem merytorycznym jak i szkoleniowym.

W pierwszych rozdziałach podano definicje regulatorów wzrostu oraz przedstawiono rozwój badań nad fitohormonami w aspekcie historycznym, po czym omówiono biologiczne i fizykochemiczne metody oznaczania aktywności i zawartości regulatorów wzrostu. Następnie przedyskutowano zagadnienia związane z występowaniem regulatorów wzrostu w roślinach, a w rozdziale IV omówiono zasadnicze efekty fizjologiczne, wywoływane przez auksyny, gibereliny, cytokininy, inhibitory i etylen, łącznie z pewną dyskusją zagadnienia mechanizmu ich działania i współdziałania.

Następne części podręcznika dotyczą hormonalnej regulacji takich zjawisk jak ukorzenianie pędów i rozmnażanie wegetatywne (rozdz. V), stan uśpienia i spoczynku fizjologicznego (rozdz. VI), kwitnienie (rozdz. VII), owocowanie i kontrola wzrostu oraz dojrzewania owoców (rozdz. VIII), starzenie się całych roślin i poszczególnych organów (rozdz. IX), zrzucanie liści i owoców (rozdz. X). W rozdziale XI przedstawiono sposoby wykorzystania regulatorów wzrostu — głównie syntetycznych, do kontroli wielkości roślin i podwyższania ilości oraz jakości szeroko rozumianych plonów, zwiększania odporności roślin na strefy klimatyczne i chemiczne itp. Wykorzystanie substancji wzrostowych w charakterze czynników chwastobójczych kończy przedstawianie treści, ilustrowanej mnóstwem przejrzystych rysunków i fotografii. Pod koniec zamieszczono bogaty wybór starannie wyselekcjonowanej literatury uzupełniającej (70 str.). Całość uzupełnia indeks autorów oraz indeks rzeczowy.

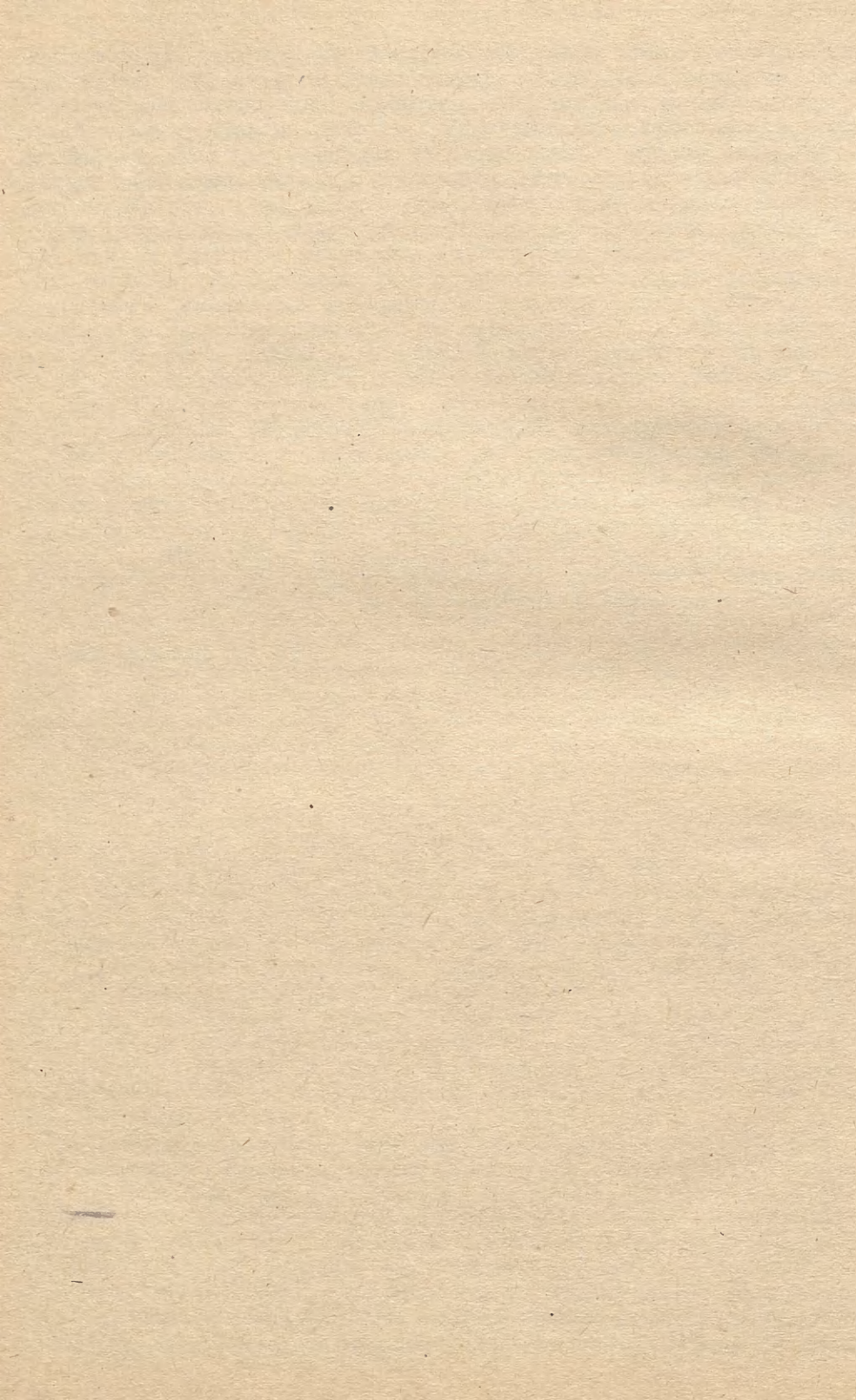
We wszystkich rozdziałach przedstawiono pewne zasady ogólne i pewne generalne zastosowania regulatorów wzrostu, podbudowane konkretnymi faktami, ilustrującymi możliwości kierowania procesami rozwojowymi poszczególnych grup lub gatunków roślin uprawnych. W ramach każdego rozdziału dane — dotyczące poszczególnych gatunków roślin — wydzielono nagłówkami, co sprawia, że tekst jest wyjątkowo przejrzysty. Podawane zaś przykłady są „absolutnie” sprawdzone i sprawdzalne. Przeto pozostają one słuszne i dzisiaj, chociaż wiedza faktograficzna uległa znacznemu wzbogaceniu. Gdyby podręcznik ten pisać obecnie, to większość podawanych przez Weavera przykładów ostałaby się, jako przynależna do grupy

przykładów w pewnym sensie „klasycznych”. Ponieważ zaś przyjęty sposób wykładu jest bardzo jasny, prosty i przekonujący, to ewentualną dzisiejszą wersję podręcznika wystarczyłoby tylko uzupełnić o pewne nowsze dane, zwłaszcza we fragmentach dotyczących zagadnienia mechanizmu działania fitohormonów na poziomie molekularnym. Jednak akurat te zagadnienia wybiegają poza główną tematykę, tj. poza problematykę praktycznych zastosowań regulatorów wzrostu.

Co się zaś tej głównej tematyki dotyczy, to należy jasno powiedzieć, że „teoria” daleko wyprzedziła praktykę. Potencjalne możliwości zastosowań regulatorów wzrostu są ogromne. Rzeczywiste zaś zastosowania są, niestety, skromne. Mówiąc bardziej precyzyjnie: w krajach o wysokiej kulturze rolnej regulatory wzrostu są wykorzystywane dość szeroko, zwłaszcza w sadownictwie, kwiaciarstwie i przechowalnictwie, nie wspominając już o niszczeniu gatunków niepożądanych w danej uprawie; jednak potencjalne możliwości są dalekie od pełnego wykorzystania. Natomiast w krajach takich jak Polska w ogóle trudno mówić o jakichkolwiek bądź praktycznych zastosowaniach regulatorów wzrostu roślin, skoro nie są w pełni wykorzystywane tak podstawowe a tradycyjne już zabiegi agrotechniczne jak optymalne nawożenie czy zbieranie plonów we właściwej porze.

Upływ czasu nie zaszkodził podręcznikowi Weavera, ponieważ autor znalazł ten wzmiankowany już „klucz dydaktyczny” do problemu. Przeciwnie, pogarszająca się sytuacja żywnościowa świata sprawia, że właśnie dziś podręcznik ten nabiera szczególnej aktualności, oferując jeszcze jedną z dróg wyjścia z kryzysu. Warto sięgać po ten podręcznik; warto sięgać po regulatory wzrostu, aby zwiększyć urodzaje, zmniejszać straty plonów.

J. Stanisław Knypl

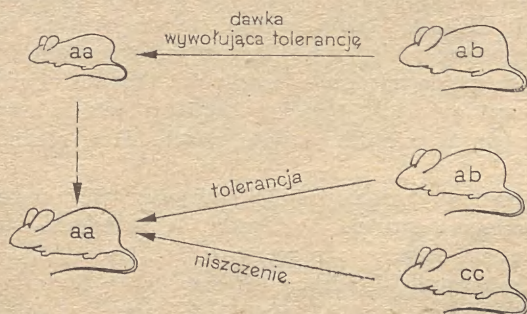


ODRODZENIE LAMARKIZMU W IMMUNOLOGII*

W pierwszych latach XIX w., J. B. Lamarck sformułował myśl o dziedziczeniu cech nabytych. Ta atrakcyjna idea, łatwo tłumacząca przystosowania organizmów do środowiska, wielokrotnie ożywały pod nazwą neolamarkizmu w rozważaniach nad mechanizmami ewolucji. Brakowało jednak przekonujących dowodów na jej poparcie. Przeciwnie, nasz zasób wiedzy o przekazywaniu informacji genetycznej za pośrednictwem komórek linii płciowej wydawał się wykluczać dziedziczenie cech nabytych przez komórki somatyczne. Odkrycia ostatnich lat przemawiają jednak za istnieniem takiej możliwości.

Od szeregu lat znane jest zjawisko transdukcji, polegające na przenoszeniu informacji genetycznej z komórki do komórki za pośrednictwem wirusów. Pewne wirusy typu RNA przyłączają fragmenty mRNA komórki-gospodarza. Po zainfekowaniu następnego żywiciela przez kompleks wirus—mRNA, enzym, odwrotna transkryptaza, przepisuje informację z mRNA na DNA, a powstały w ten sposób kwas dezoksyrybonukleinowy może być trwale włączony do genomu danej komórki. Zjawisko takie opisano w przypadku komórek somatycznych, wystarczy jednak przyjąć, iż docelowa komórka należy do linii płciowej — a dokonana „wstawka” fragmentu DNA miałaby charakter dziedziczny. Być może ilustracją tego fenomenu jest doświadczenie Gorczyńskiego i Steele’a, opublikowane w 1980 r. W eksperymencie tym wykazano, że tolerancja immunologiczna antygenów transplantacyjnych, wywołana u samców myszy, pojawiła się również u części ich potomstwa z pierwszej i drugiej generacji. Warto bliżej przedstawić wyniki tego przełomowego eksperymentu, dające się interpretować w duchu neolamarkizmu.

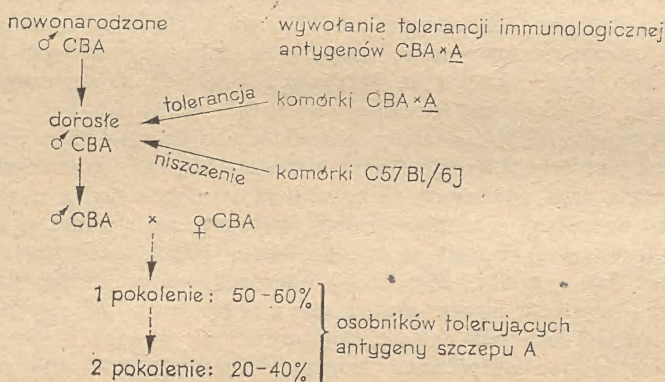
Limfocyty dorosłych myszy rozpoznają wprowadzone do organizmu komórki osobników z innych szczepów, gdyż „naznaczone” są one przez specyficzne białka powierzchniowe, zwane antygenami transplantacyjnymi, lub antygenami zgodności tkankowej, które kodowane są przez wysoce polimorficzne geny zgodności tkankowej. Komórki immunokompetentne myszy wsobnych o antygenach transplantacyjnych „aa” niszczą zarówno *in vivo*, jak i *in vitro*, komórki mieszańców „ab”, wyposażone w obce białka „b”. Jeżeli jednak komórki „ab” wstrzyknie się w odpowiedniej dawce noworodkom „aa”, o niedojrzałym jeszcze systemie immu-



Rys. 1. Schemat wywoływania specyficznej tolerancji immunologicznej; opis w tekście

nologicznym, wywołuje się u nich tolerancję antygenów „b”, ponieważ rozwijający się układ obronny biorców traktuje je prawdopodobnie tak samo, jak liczne białka własne. Zjawisko to jest wysoce specyficzne, gdyż dorosłe myszy z wywołaną tolerancją antygenów „b” zdolne są do normalnej reakcji immunologicznej skierowanej przeciwko niezależnym antygenom, np. „c” (rys. 1).

Gorczyński i Steele w rutynowy sposób wywołali u nowo narodzonych samców myszy szczepu CBA tolerancję immunologiczną na antygeny zgodności tkankowej mieszańców CBAXA. Celem utrzymania u biorców stałego chimeryzmu antygenów zgodności tkankowej iniekcje limfoidalnych komórek mieszańcowych powtarzano wielokrotnie. Po osiągnięciu dojrzałości płciowej, samce CBA tolerujące białka szczepu A kojarzono z normalnymi samicami CBA, uzyskując pierwszą, a z niej drugą generację potomną. W pierwszej generacji 50—60%, a w drugiej — 20—40% osobników wykazywało niższą od kontrolnej reaktywność limfocytów przeciw komórkom limfoidalnym mieszańców CBAXA. Jednak limfocyty reagujące słabo, lub nie reagujące wcale na antygeny szczepu A, reagowały w sposób normalny na komórki niezależnego szczepu C57 Bl/6J, co dowodzi specyfiki zjawiska. Narzuca się zatem wniosek o dziedziczeniu nabytej tolerancji immunologicznej (rys. 2).



Rys. 2. Schemat doświadczenia Gorczyńskiego i Steele'a, opis w tekście

Najprostszą interpretacją przedstawionych faktów jest założenie, iż geny kodujące charakterystyczne dla szczepu A antygeny zgodności tkankowej zostały włączone do komórek linii płciowej niektórych samców szczepu CBA — biorców dużej liczby komórek CBAXA. Można przyjąć, że wielokrotne wstrzykiwanie biorców limfocytów mieszańcowych sprzyjało wirusowej transdukcji fragmentu mRNA, uczestniczącego w biosyntezie antygenów zgodności tkankowej szczepu A, do komórek linii płciowej samców CBA. Część potomstwa takich osobników dziedziczy zatem antygeny szczepu A, toleruje je więc podobnie do rozmaitych białek własnego organizmu.

Na łamach „Nature”^{*} Taylor próbuje interpretować odmiennie wyniki doświadczenia Gorczyńskiego i Steele'a. Podkreśla on, że termin „tolerancja immunologiczna” obejmuje wiele stanów o różnym podłożu. Można więc za autorami odkryć przyjąć, że potomstwo dziedziczy po samcach wprowadzone do organizmu antygeny transplantacyjne szczepu A, toleruje je zatem na tej samej zasadzie, co białka własne. Nie można jednak wykluczyć, że w omawianym eksperymencie

^{*} R. B. Taylor: Lamarckist revival in immunology. Nature, 286: 837—838, 1980.

dziedziczna była jedynie zdolność tolerowania antygenów transplantacyjnych szczepu A, pomimo ich braku w organizmach potomstwa samców doświadczalnych. Tolerancja mogłaby być skutkiem obecności u tych zwierząt czynników supresyjnych o charakterze przeciwciał lub wyspecjalizowanej subpopulacji limfocytów, hamujących reakcję immunologiczną. W warunkach naturalnych czynniki takie, współodpowiedzialne za tolerowanie białek własnych, nie są jednak dziedziczne; jeżeli bowiem mieszańce CBAXA, tolerujące antygeny obu szczepów, skrzyżujemy z partnerami szczepów wyjściowych, to potomne osobniki homozygotyczne zarówno CBA, jak i A, reagują na komórki mieszańców CBAXA w taki sam sposób, jak myszy szczepów wyjściowych, nie dziedzicząc zatem zdolności tolerowania antygenów rodziców.

Taylor zastanawia się następnie, czy interpretując wyniki doświadczenia Gorczyńskiego i Steele'a konieczne należy zakładać wnikanie nowej informacji genetycznej z komórek somatycznych do komórek rozrodczych, czy też może istnieć odmienny mechanizm przedostawania się tej informacji do organizmów potomnych? Być może pewna liczba przeciwciał czy też limfocytów hamujących odpowiedź immunologiczną na antygeny szczepu A dostaje się do spermy samców z wywołaną tolerancją. Sperma może również zawierać zdolne do proliferacji komórki wstrzyknięte doświadczalnym samcom, wyposażone w antygeny A. Teoretycznie istnieje szansa wnikięcia tych elementów poprzez organizm samicy do rozwijających się zarodków. Nie można też wykluczyć, iż wirusy przenoszą drogą płciową fragmenty kwasów nukleinowych kodujące antygeny szczepu A z organizmu eksperymentalnych samców poprzez ich partnerki do komórek somatycznych płodów, zatem z pominięciem komórek rozrodczych. Brak jednak dowodów na poparcie tych przypuszczeń. Wreszcie za Müllbacherem Taylor wysuwa jeszcze jedną atrakcyjną, lecz również niczym nie popartą hipotezę tłumaczącą wyniki omawianego eksperymentu. Ku zaskoczeniu immunologów okazało się niedawno, iż komórki mieszańców, np. CBAXA, rozpoznają odmienność komórek szczepów wyjściowych, np. CBA. Zatem mieszańcowe komórki limfatyczne CBAXA, wstrzyknięte samcom CBA, mogą oddziaływać ujemnie na komórki linii płciowej tych zwierząt, a wówczas faworyzowane byłyby w nich mutacje w kierunku genów zgodności tkankowej szczepu A. Zmiany takie są oczywiście dziedziczne, a więc występowanie u części potomstwa tolerancji antygenów szczepu A byłoby wynikiem obecności tych białek w organizmie. Rozumowanie to prowadzi do efektu takiego samego, jak hipoteza autorów doświadczenia, jednak pomija transdukcyjną funkcję wirusów.

Spośród przytoczonych hipotez najbardziej atrakcyjne i prawdopodobne jest założenie transdukcji informacji genetycznej wprowadzonej ze środowiska zewnętrznego do komórek linii płciowej. Jeżeli przyszłe badania nad mechanizmem zjawiska i sposobem dziedziczenia badanej właściwości potwierdzą tę hipotezę, otworzą się nowe możliwości interpretowania licznych faktów znanych immunologom. Wiadomo na przykład, że cechą dziedziczną jest reaktywność immunologiczna organizmu na pewne czynniki patogenne, a brak jej na inne. Może zatem są to właściwości nabyte przy zetknięciu się przodków tych istot z określonymi patogenami? Znana jest ogromna różnorodność przeciwciał wytwarzanych przez dany organizm. Za zróżnicowanie to odpowiedzialne są zarówno wielokrotne geny kodujące rejony zmienne tych drobin, jak też mutacje somatyczne zachodzące w mnożących się w organizmie komórkach macierzystych limfocytów. Po napotkaniu antygeny namnażają się wyłącznie limfocyty syntetyzujące „pasujące” do niego drobinę receptorowe o charakterze przeciwciał. Wśród tych limfocytów mogą znaleźć się komórki zawdzięczające zdolność syntezy danego przeciwciała mutacji somatycznej. Pobudzenie antygenowe powoduje powstanie liczego klonu

identycznych limfocytów, co zwiększa szansę przeniesienia informacji genetycznej z któregoś z nich do komórki rozrodczej. Efektem jest więc dalsze wzbogacenie puli genów kodujących przeciwciała. Nie ulega zatem wątpliwości, iż wyniki eksperymentu Gorczyńskiego i Steele'a otwierają nową erę w badaniach immunologów. Wymagają one oczywiście potwierdzenia w innych laboratoriach. Niezbędne jest również ustalenie sposobu dziedziczenia cechy w dalszych generacjach, a także precyzyjne scharakteryzowanie stanu osiągniętej tolerancji immunologicznej.

Potwierdzenie możliwości dziedziczenia cech nabytych przesunęłoby również punkt ciężkości w dociekaniach genetyków i ewolucjonistów.

Barbara Płytycz

EWOLUCJA I KLASYFIKACJA KOMÓREK WEDŁUG MOLEKULARNEJ STRUKTURY RYBOSOMOWYCH PODJEDNOSTEK 16 S rRNA

W taksonomii brane są pod uwagę cechy o różnej ustrojowej znamienności. Zbiorem genetycznych dyspozycji ustrojowych cech jest zespół genomu — molekularna inkarnacja johannsenowskiego genotypu. Informacje zawarte w genomie są odzwierciedlone w produktach komórkowej ekspresji, a więc w sekwencji aminokwasów w białkach i w sekwencji nukleotydów w cytoplazmatycznych jednostkach RNA. W ustalaniu filogenezy brano pod uwagę cechy nie tylko najistotniejsze, ale także najłatwiej dostępne badaniu w danym okresie. Zgodnie z tym wyobrażenie „drzewa genealogicznego” zostało najpierw oparte na danych o sekwencji aminokwasów w białkach (M. O. Dayhoff i wsp., *Naturwissenschaften*, 62, 1975, 154). W miarę napływu danych o sekwencji nukleotydów w genetycznych wzorcach powstał kombinowany obraz filogenezy (R. B. Schwartz i M. O. Dayhoff, *Science* 199, 1978, 395). Te pierwsze próby, jak się okazało, miały poważne braki (V. Demoulin, *Science* 205, 1979, 1036).

Dla komórki, obok systemu genetyczno-informacyjnego zawartego w genomie, znamienny jest system produkcji białka, w którym centralną rolę pełnią rybosomy. Elementy budulcowe tych organelli przyjęli niektórzy za wzorzec dla oceny ewolucyjnego pokrewieństwa komórek. Rybosomy są w zasadzie podobne we wszystkich komórkach. Wśród nich początkowo wyodrębniły się dwa różne systemy: pro- i eukariotów. W chwili obecnej zarysowały się wyraźnie co najmniej trzy kategorie rybosomów, mianowicie czynne odpowiednio w cytoplazmie: 1) komórek bakterii i wielu innych prokariotów. 2) komórek eukariotów, oraz 4) mitochondriów drożdży i komórek ssaków (B. Szabuniewicz i J. Wróbel, *Kosmos* 29, 1980, 397).

W każdym rybosomie, obok kilkudziesięciu bardzo znamiennych i genetycznie konserwowanych molekuł białkowych, znajdują się trzy podjednostki rybosomowego RNA. U bakterii, u innych prokariotów i w mitochondriach są to elementy 5 S, 16 S oraz 23 S. U eukariotów są nimi elementy 5,8 S, 18 S oraz 28 S. Od szeregu lat w kilku laboratoriach genetyki mikrobiologii zajęto się ustalaniem gatunkowych podobieństw i różnic sekwencji nukleotydów podjednostek 16 S (wzgl. 18 S) rRNA. Po wstępnych próbach ustalono rodzaj rutynowego postępowania. Ze zhomogenizowanych komórek uzyskiwano znakowany ³²P rybosomowy 16 S rRNA i poddawano go trawieniu przez RNAzę T1. Produktem trawienia były liczne oligonukleotydy, liczące 6—20 ogniów, obok szeregu fragmentów z zasadami zmodyfikowanymi i segmentów terminalnych. Oligonukleotydy poddawano segregacji metodą dwuwymiarowej elektroforezy. Każdy ze składników był sekwencjonowany. Uzyskiwano dane, których całość z komórek jednego gatunku nazwano „katalogiem oligonukleotydów”.

Różnicę „katalogów oligonukleotydów” dwóch porównywanych gatunków A i B)

ujmowano statystycznie. Posłużono się tu współczynnikiem

$$S_{AB} = \frac{2N_{AB}}{N_A + N_B},$$

w którym N jest liczbą nukleotydów katalogu A wzgl. B oraz identycznych nukleotydów znajdujących się w obu katalogach. Identyczność podjednostek 16 S rRNA dwóch katalogów wyrażała się wartością 1,0, kompletny brak podobieństwa wartością zero.

Rezultaty badań wykonanych w różnych instytutach USA, Niemiec i Anglii przedstawiono obecnie w postaci zestawienia, którego autorami jest 19 badaczy. Pierwszym autorem jest G. E. Fox z Zakładu Genetyki Uniwersytetu w Illinois (The phylogeny of prokaryotes, Science 209, 1980, 457).

Dane wskazują, że z przypuszczalnej puli pierwotnych komórkowych przodków rozwinęły się trzy odrębne grupy komórek, stanowiące oddzielne filogenetyczne „królestwa” (kingdoms). Odrębność gatunków obejmowanych przez królestwa charakteryzuje się niską wartością współczynnika S_{AB} , wynoszącą 0,1—0,2. W ramach każdego królestwa różnica współczynników S_{AB} dla każdych dwóch gatunków jest wydatnie wyższa od 0,2. Autorzy nie stwierdzają danych, które przemawiałyby za tym, że dwa z tych królestw są ze sobą bliżej spokrewnione niż trzecie. Najlepiej znane gatunki bakterii znajdują się w królestwie nazywanym przez autorów „prawdziwymi” (true) bakteriami, inaczej „eubakteriami”. Drugie królestwo obejmuje formy nazywane „pierwotnymi archebakteriami” (ancestral archaebacteria). Do trzeciego królestwa zaliczone zostały „cytoplazmatyczne jednostki”, mające wyraźnie odrębne rybosomy (18 S rRNA). Formy te przybrały w ewolucji postać dzisiejszych eukariotów.

Królestwo „eubakterii” dzielią autorzy na 8 grup, w których mieszczą się wszystkie najczęściej spotykane formy, fotosyntetyzujące i niezdolne do fotosyntezy, krętki, cyjanobakterie i inne. W ramach królestwa „archebakterii” autorzy zamieszczają przede wszystkim metanogeny z formami halofilnymi oraz formy acidotermofilne (thermoacidophiles).

Cechę braku ścian u mykoplazm autorzy nie poczytują za znamienne dla pierwotnego pochodzenia, lecz za rezultat ewolucyjnej utraty niektórych metabolicznych cech (degenerative evolution). Archebakterie cechują się szeregiem znamienych cech: ich komórkowe ściany nie zawierają kwasu muraminowego, w ich komórkowej błonie znajdują się rozgałęzione łańcuchy fitanylu, pętle ich transportowego tRNA mają odrębne znamiona, także molekularna struktura ich polimerazy RNA jest specjalna.

Monograficzne zestawienie Foxa i współpracowników zawiera dalej taksonomiczny opis królestw arche- i eubakterii. Pominiemy tę specjalną dziedzinę, przytoczymy natomiast ogólne wnioski recenzowanego artykułu.

Ocena pokrewieństwa gatunków prokariotów według podobieństw i różnic podjednostek 16 S rRNA daje wyniki podobne, aczkolwiek nie takie same, jak według porównawczego badania cytochromów c, ferredoksyn, podjednostek 5 S (wzgl. 5,8 S) lub metodą hybrydyzacji polinukleotydów. Wyniki te są tylko częściowo zgodne z „tradycyjną klasyfikacją”. Według danych omawianego artykułu, morfologiczna postać prokariotów jest cechą zwodniczą filogenetycznie. Jest to najlepiej widoczne na postaciach sferycznych, występujących w bardzo różnych, molekularnie odległych grupach. Również zdolność do pączkowania ma być cechą niemiarodajną. Dość znamienne natomiast cechą jest zdolność tworzenia spor, jednak z zastrzeżeniem, że niezdolność do sporulacji nie wyklucza przynależności do danej grupy prokariotów.

Zdolność do wzrostu w warunkach beztlenowych, jak u *Clostridia*, jest znamienne dla wczesnego pochodzenia ewolucyjnego. Natomiast nie ma argumentów

potwierdzających uprzednio przyjmowane zapatrywanie, że pierwotne formy należą do anaerobów heterotroficznych. Z przedkładanej klasyfikacji wynika, że w przybliżeniu w tej samej geologicznej epoce — wyrażanej pokrewieństwem charakteryzującym się współczynnikiem S_{AB} równym około 0,5 — formy tlenowe pojawiły się równocześnie w bardzo różnych genetycznie liniach. Najwidoczniej różne gałęzie szeregu grup niezależnie i równocześnie przystosowały się do nowych warunków bytowania na powierzchni Ziemi.

Do cech bardzo pierwotnych ewolucyjnie należeć ma zdolność do fotosyntezy. Nie ma potwierdzenia dla poglądu, że fotosyntetyzujące bakterie rozwinęły się z niefotosyntetyzujących.

To, co tradycyjnie przyjęto określać mianem gatunku, waha się wydatnie ewolucyjną „głębią” (depth) i obejmuje formy różniące się współczynnikiem S_{AB} od 0,7—0,8, jak u bakterii jelitowych, do 0,5. Autorzy przytaczają przykład „gatunku” (cudzysłów autorów) *Clostridium*, w ramach którego różnice współczynnika S_{AB} dochodzą do 0,3.

Podział zasadniczy na królestwa arche- i eubakterii jest według autorów niewątpliwy. Co do trzeciego królestwa, tj. przodków eukariotów, sprawa jest skomplikowana i jeszcze niewyraźna. „Komórki” eukariotów są niewątpliwie chimery. W ich cytoplazmie znajdują się „organelle” gędcące odpowiednikami postaci komórkowych. W tej chwili nie byłoby jasne, na czym można oprzeć ich cechy klasyfikacyjne. Część składników cytoplazmy eukariotów, chloroplasty, przynależy do form „cyjanobakteriopodobnych”. Mitochondria roślin autorzy zaliczają do grupy bakterii fotosyntetyzujących purpurowych. Dane z 1980 r. o rybosomowej odrębności mitochondriów drożdży i komórek ssaków nie znalazły odzwierciedlenia w omawianym artykule.

Ewolucyjnie nieokreślone pozostają inne cechy komórek eukariotów, przede wszystkim składniki jądrowego genomu. Autorzy uważają, że genom eukariotów mógłby rozwinąć się z jednego pierwotnego genomu, ale też mógłby być rezultatem asocjacji wielu genomów różnego pochodzenia. System produkcji białka jest u eukariotów wyraźnie odrębny, ale jego pochodzenie stanowi jeszcze niewiadomą. Jak autorzy nadmieniają, w tym cytoplazmatycznym systemie „co najmniej jeden z genów dla eukariotycznych rybosomowych białek ma prawie na pewno archebakteryjne pochodzenie”. Autorzy nie rozpatrują systemu centrioli i kinetoplastów, jeszcze jednego przypuszczalnego składnika eukariotycznych „chimer”.

Całość danych artykułu wskazuje, że rozwojowy ciąg komórek staje się wraz z nowymi odkryciami coraz jaśniejszy. Natomiast mechanizmy organizacyjnego przekroczenia zasadniczych progów komórkowych prokariota i eukariota pozostają nadal nierozwiązaną zagadką.

Za przejrzanie maszynopisu niniejszej notatki i sugestie dotyczące nomenklatury bakterii jestem zobowiązany Drowi Bogdanowi Nowickiemu z Zakładu Mikrobiologii A. M. w Gdańsku.

Bożydar Szabuniewicz

NOWE BADANIA NAD BIOMECHANIZMEM NERWOWO-HORMONALNEJ KONTROLI SEKRECJI ŻOŁĄDKOWEJ*

Jak wiadomo, przebieg procesów trawienia pozostaje pod kontrolą autonomicznego układu nerwowego. Z drugiej zaś strony, pomiędzy autonomicznym układem nerwowym a ośrodkowym układem nerwowym istnieją wspólne związki

* Y. Taché, W. Vale, M. Brown: Thyrotropin-releasing hormone — CNS action to stimulate gastric acid secretion. *Nature*, 287 (5778): 149—151, 1980.

neurochemiczne. Jak się okazuje, mózg ssaków biosyntetyzuje swoje oligopeptydy, które regulują nadrzędnie szereg podstawowych czynności ustroju: procesy przemiany węglowodanowej, regulacji temperatury organizmu, ciśnienia krwi, aktywności współczulnego układu nerwowego, funkcji i napięcia mięśniówki ścian jelit i żołądka. Odkrycie tego rodzaju specyficznych ciał białkowych w mózgu ssaków stanowi dalszy dowód nadrzędnej, regulacyjnej roli ośrodkowego układu nerwowego w funkcjach wydzielniczych żołądka. Te małowcząsteczkowe białka utożsamia się aktualnie ze szczególnymi tak zwanymi neurotransmiterami mózgowymi.

Nowe badania podkreślają istnienie drugiej regulacji sekrecji trawiennej, regulacji hormonalnej, przy czym pomiędzy czynnikami neurochemicznymi a czynnikami hormonalnymi zachodzi ścisła współzależność. Takim ciałem hormonalnym jest tzw. hormon uwalniający tyreotropinę (TRH), co wykazano na szczurach po dokonanej uprzednio wagotomii i podwiązaniu odźwiernika. Po dokomorowym podaniu TRH obserwuje się stosunkowo szybkie działanie tego hormonu na sekrecję żołądka w porównaniu z dekapitowaną kontrolą. Działanie to osiąga maksimum w ciągu jednej godziny od momentu wstrzyknięcia próbnego roztworu swoistych białek, analogów oligopeptydów neurotransmiterów mózgu. Ustalono, że działanie TRH na sekrecję żołądka jest zależne od podanej dawki hormonu, długotrwałe, odwracalne i swoiste.

Godny uwagi jest fakt, że u psów TRH hamuje w ciągu 15 minut działania sekrecję soku żołądkowego, pobudzaną przez tetragastrynę.

Metodami histochemicznymi wykazano u szczurów największą zawartość TRH w płatach obwodowych i brzusznopośredkowych przysadki mózgowej. Tym samym udowodniono nadrzędną, neurochemiczno-hormonalną rolę układu podwzgórzowo-przysadkowego w regulacji procesów trawiennych żołądka.

Wiktor Janusz Pajor

ZNACZENIE GENETYKI DLA LUDZKOŚCI DZISIAJ

W jednym z ostatnich numerów czasopisma Radzieckiej Akademii Nauk, wybitny genetyk radziecki, N. N. Dubinin omawia rolę i znaczenie genetyki w rozwiązywaniu nabrzmiałych problemów współczesnej ludzkości¹. Autor zaczyna swoje wywody od stwierdzenia, że „...homo sapiens, jako gatunek wyłączony został spod panowania doboru naturalnego i dlatego nie podlega na poziomie gatunku ewolucji biologicznej, jednakże w obrębie ogromnych populacji zachowuje bogactwo swego potencjału genetycznego”. Zmiany społeczne i duchowe nie są genetycznie kodowane. „Fakt, że człowiek nie ma wrodzonych programów społecznych stanowi o jego ogromnej sile, zapewniającej swobodę rozwoju socjalnego każdego pokolenia”. Lansowane przez niektórych uczonych poglądy o tym, że dziedziczne właściwości człowieka w określony sposób są zdeterminowane biologicznie (np. skłonność do agresji) nie mają uzasadnienia.

Autor rozpatruje następnie znaczenie genetyki dla rolnictwa. Światowa produkcja ziarna stanowi 45% wszystkich źródeł żywności. Problemy wyżywienia są rozwiązywane jedynie w krajach rozwiniętych. W innych krajach deficyt żywności jest ogromny. „Zielona rewolucja” oparta na badaniach genetyków zapowiadała możliwość opanowania kryzysu żywnościowego. Po 17 latach prób idących w tym kierunku, okazało się jednak, że problem nadal nie jest rozwiązany, i to nie tylko ze względów ustrojowych i społecznych. „Zielona rewolucja” spowodowała wzrost trujących zanieczyszczeń w tropikach i subtropikach, pojawienie się epidemii wi-

¹ Akad. N. N. Dubinin — Genetyka i jej znaczenie dla ludzkości, Wiestnik Akad. Nauk SSSR, N 6, 1980, str. 73—81.

rusowych oraz wzrost liczebności szkodników w wyniku genetycznej jednorodności zbóż na ogromnych obszarach, utratę cennych właściwości genetycznych miejscowych roślin zbożowych. Głównym powodem niepowodzeń była niezgodność proponowanych odmian z ekologiczną różnorodnością warunków panujących w różnych krajach.

Jednak genetyka może przynieść rolnictwu ogromne korzyści. Chodzi o inżynierię genetyczną pozwalającą kształtować pożądane właściwości roślin uprawnych, o kultury tkankowe, przy których „populacja komórek poddana działaniu mutagenów może być pod względem liczebności porównywana do populacji bakterii, przy czym z jednej komórki może być wyhodowana cała roślina”. Nowe perspektywy otwiera tworzenie roślin rozmnażających się drogą bezpłciową. Prawidłowy związek rolnictwa i biosfery powinien być osiągany przez jej ochronę przed wpływem trujących substancji chemicznych oraz nawozów sztucznych (2/3 tych substancji obecnie spływa do rzek, mórz i oceanów). Należy zmniejszać stosowanie substancji chemicznych w rolnictwie opierając się na biologicznych metodach podnoszenia odporności roślin na choroby i szkodniki, a także na dostosowywaniu na drodze inżynierii genetycznej roślin zbożowych do współżycia z bakteriami azototwórczymi w glebie. Wykorzystanie energii słonecznej przez rośliny uprawne wynosi obecnie 0,5–1%, w najlepszych warunkach 4–5%. Przy odpowiedniej rekonstrukcji genetycznej roślin może ono osiągnąć 10%. W warunkach wykorzystania zdobyczy współczesnej fizjologii i genetyki produkcja rolnictwa może być zwiększona 10–20-krotnie, co zapewniłoby egzystencję rosnącej populacji ludzkiej na Ziemi.

„Problemy biosfery znajdują się obecnie w centrum uwagi nauki współczesnej”. Chodzi przede wszystkim o wpływ zanieczyszczeń wszelkiego rodzaju na organizm człowieka. Różnorodne mutageny powodują mutacje u człowieka w 87% negatywne, przy czym większość spośród nich (do 60%) ma charakter cech dominujących. Ich wpływ ujawnia się już w pierwszym pokoleniu. Mutacje recesywne powodują zmiany odroczne, mogą one być zachowane przez wiele pokoleń. W 1956 r. w USA oraz w innych krajach rozwiniętych ok. 4% dzieci przychodziło na świat z wadami wrodzonymi. Według danych Naukowego Komitetu do Spraw Radiacji ONZ liczba ta osiągnęła w 1977 r. 10,8%. Fakt, że obecnie na 100 rodzących się dzieci 11 ma wrodzone wady rozwojowe świadczy o tym, że dziedziczność człowieka jest poważnie zagrożona.

Autor artykułu wylicza następnie szczegółowo prace prowadzone w ZSRR w ramach programu „Biologiczne i genetyczne skutki zanieczyszczeń”. Zadaje on sobie pytanie, czy przy obecnie zachodzących zmianach antropogenicznych w biosferze, może im sprostać plastyczność człowieka uwarunkowana ewolucyjnie. Sprawa nie jest wystarczająco zbadana naukowo. Jednakże można sądzić, że „środowisko otaczające człowieka zmieniło się tak bardzo, że jego obecna presja zaczyna przewyższać jego adaptacyjne możliwości biologiczne, co dotyczy zwłaszcza mieszkańców wielkich miast oraz krajów gospodarczo rozwiniętych. Wielkie niebezpieczeństwo stanowią także możliwe transformacje genetyczne w świecie bakterii i wirusów, wychodzące poza granice możliwości adaptacyjnych układów immunologicznych organizmu ludzkiego. Obserwowane obecnie procesy migracyjne w populacjach ludzkich — choć według tradycyjnych poglądów prowadzą do wzbogacania zasobów dziedziczności, mogą na tle pogarszania się stanu środowiska i wzrostu jego nacisku selekcyjnego, mieć także skutki ujemne. W takich warunkach proces rekombinacji genów z jednej strony prowadzi do heterozji, z drugiej zaś może powodować wyodrębnianie się genotypów biologicznie anormalnych”.

„Zadanie genetyki polega na prognozowaniu tych zjawisk oraz opracowywaniu sposobów obrony dziedziczności człowieka”. Zdaniem autora, wobec wyżej opisa-

nych procesów i zjawisk, genetyka znalazła się obecnie na pierwszej linii walki o rozwiązywanie „ogromnych, żywotnych problemów, dotyczących losów człowieka i całokształtu życia na naszej planecie...”.

W. M.

EKOLOGIA I NAUKI TECHNICZNE

W jednym z ostatnich numerów radzieckiego czasopisma filozoficznego — „Woprosy Filozofii” ukazał się artykuł N. M. Mamedowa pt. „Problem ekologiczny i nauki techniczne”¹. Porusza on problemy, które powinny zainteresować nie tylko ekologów, ale także przedstawicieli nauk biologicznych w ogóle. Autor uzasadnia podjęcie tego tematu. Problem powstaje w bezpośrednim związku z postępem produkcji i swoistością technologiczną współczesnej cywilizacji. Próby jego rozwiązania wywierają wpływ najpierw na technologię produkcji, następnie zaś na nauki techniczne i — w dalszym etapie — na inne dziedziny wiedzy, określając w ten sposób ukierunkowanie badań stosowanych i podstawowych.

Zachowując pewną niezależność, nauki techniczne stanowią ogniwo układu „nauka—produkcja”. Kierunki ich rozwoju uwarunkowane są przez potrzeby społeczne, ich podstawę stanowią nauki przyrodnicze oraz inne dziedziny wiedzy. Badania podstawowe nie mogą obecnie ograniczać zakresu swego zainteresowania wyłącznie do zjawisk „czysto” przyrodniczych i poszczególnych procesów w układach technicznych, lecz także wyników antropogenicznych oddziaływań na środowisko. Są to zjawiska i procesy bardzo złożone, potrzebna jest głęboka znajomość ich istoty, ponieważ decyzje techniczne podjęte przed wykonaniem odpowiednich badań mogą doprowadzić do pogorszenia istniejącej sytuacji. Obecnie zmniejszenie ilości zanieczyszczeń chemicznych osiąga się przez przebudowę procesów technologicznych oraz ich podział na bezpośrednio produkcyjne oraz neutralizujące szkodliwość własnych oddziaływań. Uważa się, że ok. 98% wyjściowych surowców naturalnych przemysł współczesny przekształca na rozmaite odpady. Koszt urządzeń oczyszczających jest ogromny. Chodzi więc nie tylko o opracowywanie metod oczyszczania, ale też całkowitego wykorzystywania odpadów jako surowców wtórnych w ramach wielkich kompleksów przemysłowych. Dla rozwiązania problemów „zamkniętych” procesów technologicznych, należy ustalić metody przeróbki odpadów oraz ich zamiany na substancje pożyteczne, oraz zmniejszenia energochłonności (a więc osiągnięcia opłacalności) tych procesów. Nie wolno przy tym przekroczyć granicy 5% energii pochodzącej ze słońca, tj. $3 \cdot 10^{19}$ kilokalorii rocznie. Przekroczenie tej bariery może zachwiać równowagą termiczną planety. Największe zainteresowanie, gdy chodzi o alternatywne źródła energii, skupia obecnie sprawa wykorzystania energii słonecznej. Potrzebne jednak są badania podstawowe w tej dziedzinie uwzględniające ograniczenia gęstości strumienia energii, zróżnicowanych właściwości środowiska itp. Istnieją także granice zwiększenia ilości dwutlenku węgla, związków siarki, tlenków azotu oraz innych gazów w atmosferze. Ujawnienie ekologicznych czynników ograniczających stanowi „w gruncie rzeczy określenie zakresu warunków fizykochemicznych, w granicach których możliwe jest życie na Ziemi”. „System miar” biosfery nie jest przypadkowy i jego ujawnienie wymaga badań podstawowych. Nie mogą one obecnie ograniczać się do badań przypadkowych nad biosferą, lecz obejmować także możliwości i perspektywy technicznego opanowywania przyrody. Badania takie powinny obecnie obejmować także okołoziemskie rejony Kosmosu (np. badania nad polem magnetycznym i grawita-

¹ Woprosy Filozofii, NS, 1980 r.

cyjnym Ziemi). Podstawowe nauki techniczne wymagają obecnie uzbrojenia w najbardziej nowoczesne narzędzia badawcze. Wymaga tego chociażby realizacja globalnego systemu monitoringu. Podstawowe nauki techniczne kierują coraz większą uwagę w stronę zmian zachodzących w przyrodzie pod wpływem człowieka.

Nie można obecnie przewidzieć, jakie badania podstawowe znajdą w przyszłości istotne zastosowania praktyczne. Tymczasem, wbrew sugestiom tzw. Klubu Rzymskiego, ludzkość nie może zrezygnować z postępu technicznego. Poglądom tym należy przeciwstawić koncepcję rozpatrywania współdziałania społeczeństwa z przyrodą jako procesu rozwijającego się dynamicznie i opartego na naukowym poznawaniu uwarunkowań tego współdziałania. Można sformułować zasadę, że postęp społeczny zależy od przeobrażeń przyrody i rozwoju produkcji materialnej, że zasoby naturalne nie mogą być wyczerpane w całości, lecz tylko niektóre ich rodzaje, toteż społeczeństwo powinno stale kontrolować i regulować przemiany materii i energii pomiędzy sobą a przyrodą.

Wśród aktualnych zadań nauk technicznych, jakimi są — stworzenie podstaw teoretycznych, cyklicznych oraz mało energochłonnych technologii, optymalizacja systemów technicznych — należy podkreślić tendencje do biologizacji produkcji. Sądzi się, że tędy prowadzi droga do unowocześnienia technologii. Na podstawie nowych technik powstać powinna „produkcja ekologiczna”, której celem byłaby odnawialność zasobów naturalnych i utrzymanie niezbędnych dla życia człowieka parametrów biologicznych oraz fizykochemicznych. Stąd potrzeba powiązań nauk technicznych z meteorologią, hydrologią, geologią i biologią.

Kierunek rozwoju ekstensywnego (choćby w kierunku Kosmosu) oraz intensywnego wiążą się ze sobą coraz ściślej. „Wiedza techniczna powinna przy tym uwzględniać organiczne powiązania obiektów technicznych ze środowiskiem przyrodniczym. Zmiana zadań nauk technicznych w świetle aktualnej sytuacji ekologicznej znajduje wyraz nie tylko w ewolucji tradycyjnego zakresu wiedzy technicznej, uwzględnieniu danych i pojęć podstawowych dziedzin przyrodoznawstwa, przedtem nie wpływających na rozwój techniki, ale także, w istotnej zmianie podejścia do przedmiotu badań, metod badawczych oraz kryteriów oceny wyników końcowych. Najważniejszą właściwością współczesnych obiektów technicznych, staje się ich „ekologiczność”, czyli uznanie ich współdziałania z otaczającą przyrodą. Nauki techniczne wobec tego powinny obecnie badać nie tylko sztuczne obiekty wyabstrahowane z rzeczywistości, lecz także ich energetyczne, materialne oraz informacyjne połączenia ze środowiskiem przyrodniczym”.

W. M..

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA GRUPY TEMATYCZNEJ „PRZYRODNICZE ZASADY KSZTAŁTOWANIA KRAJOBRAZU ROLNICZEGO W WARUNKACH INTENSYWNEJ GOSPODARKI ROLNEJ W WIELKOPOLSCIE” W LATACH 1976—1980

Współczesne osiągnięcia ekologii pól uprawnych wskazują, że jednym z podstawowych problemów stojących przed badaniami ekologicznymi związanymi z opracowaniem przyrodniczych podstaw gospodarowania środowiskiem rolniczym jest rozpoznanie prawidłowości krążenia materii i przepływu energii w całym krajobrazie rolniczym. Narastające od szeregu lat problemy ochrony środowiska zagrożonego znacznym wzrostem intensyfikacji rolnictwa stworzyły potrzebę kompleksowych badań przyrodniczego środowiska krajobrazu rolniczego, które pozwolą na opracowanie zasad optymalizacji działalności rolniczej. Zagadnieniom tym poświęcone były prowadzone w ostatniej 5-latce interdyscyplinarne badania koordynowane przez Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN w Poznaniu w ramach planu MR II/15, które zainicjowane zostały już w latach 1971—1975 programem „Ekologiczne efekty intensywnej uprawy roli”.

Na działalność naukową Grupy Tematycznej składają się głównie badania prowadzone przez 9 placówek naukowych, rozwiązujących różne problemy cząstkowe, głównie na terenie poligonu badawczego w okolicach Turwi, gdzie znajduje się Stacja Badawcza Zakładu Biologii Rolnej i Leśnej PAN. Najważniejsze osiągnięcia badawcze uzyskane przez poszczególne placówki, prezentowane między innymi na zebraniu sprawozdawczym w siedzibie Zakładu Biologii Rolnej i Leśnej PAN w Poznaniu w dniu 28 X 1980 r. w związku z zakończeniem kolejnego etapu badań, przedstawiają się następująco.

1. „Wpływ różnych elementów krajobrazu rolniczego na mikroklimat i parowanie pól uprawnych” (Zakład Agrometeorologii Instytutu Melioracji Rolnych i Leśnych Akademii Rolniczej, Poznań).

Przeprowadzone badania wskazują na możliwość kształtowania mikroklimatu na terenach rolniczych poprzez wprowadzanie odpowiednich agromelioracji, agrotechniki oraz zróżnicowania upraw. Warunki mikroklimatyczne na obszarach rolnych uzależnione są głównie od rodzaju uprawianych roślin, a o zróżnicowaniu warunków termicznych decyduje faza rozwojowa roślin. W fazie największego wzrostu roślin uprawnych zmienność temperatury oraz gradienty prężności pary wodnej na wysokości 0,5 m nad powierzchnią gleby są większe na polu niż na łące, natomiast w innych okresach rozwojowych roślin zależności te kształtują się odwrotnie.

2. „Rola wody w glebach lekkich krajobrazów rolniczych jako nośnika substancji pokarmowych roślin” (Zakład Chemii Rolnej Instytutu Gleboznawstwa i Chemii Rolnej Akademii Rolniczej, Poznań).

Badania dotyczące wpływu łąk śródleśnych na skład chemiczny wód powierzchniowych wykazały duże znaczenie tego rodzaju użytków w przechwytywaniu soli mineralnych spływających do cieków i zbiorników wodnych. Porównanie składu chemicznego wód gruntowych pola uprawnego i sąsiadującej z nim łąki wskazuje na wyrównanie średniego poziomu stężenia zawartości azotu amono-

wego, przy jednoczesnym znacznym wzroście stężenia azotanów w wodzie gruntowej pola uprawnego. Odwadniające kanały śródpolne są tym samym wyraźnie zasobniejsze w składniki mineralne, niż kanały przepływające przez łąki, w których średnie wartości stężenia związków mineralnych mieszczą się w granicach dopuszczalnych dla wód I klasy czystości lub tylko nieznacznie je przekraczają, np. w odniesieniu do $N-NH_4$. Wyraźny spadek stężenia większości składników mineralnych, zwłaszcza związków azotowych w wodzie kanału przepływającego przez łąkę widoczny jest już na odcinku o długości około 2 km. Dowodzi to, że nawet niewielkie obszary zajęte przez łąki i oddzielające kanały od pól uprawnych w znacznym stopniu ograniczają negatywne wpływy chemizacji rolnictwa na czystość wód powierzchniowych.

3. „Ustalenie podstawowych czynników określających stopień wykorzystania nawozów azotowych przez rośliny uprawne” (Zakład Chemii Rolnej Akademii Rolniczo-Technicznej, Bydgoszcz).

Prowadzone badania wykazały, że w glebach o wyższej zawartości próchnicy występuje wyraźnie większa efektywność nawożenia azotowego. Obserwowane różnice w efektywności oraz stopniu wykorzystania nawożenia azotowego przez uprawiane rośliny nie zawsze uzależnione są od składu mechanicznego gleby, pH lub zasobności gleby w poszczególne składniki pokarmowe. Jedną z charakterystycznych właściwości gleb stwarzającą lepsze warunki dla rozwoju roślin jest występowanie wyraźnej tendencji do stymulowania przez nawożenie azotowe uruchamiania glebowych zasobów związków azotowych. Dotychczasowe obserwacje wskazują, że rozwój roślin i ich reakcje na nawożenie azotowe uzależnione są prawdopodobnie od takich specyficznych właściwości gleby, jak szczególnie skład substancji organicznych o określonych właściwościach biologicznych i biochemicznych.

Badania zanieczyszczenia azotowego występującego w wodach płytkich studni wiejskich na terenie województwa bydgoskiego, toruńskiego, pilskiego i koszalińskiego wskazują na bardzo zróżnicowany poziom zanieczyszczeń mineralnych w wodzie z tych studni, przekraczający w ok. 50% przypadków poziom dopuszczalny dla wód pitnych. Czynnikiem dyskwalifikującym te wody jest głównie obecność znacznych ilości siarczanów, które w ponad 40% przypadków przekraczają obecnie poziom III klasy czystości wód. Analiza uzyskanych wyników sugeruje, że występujący w dużych ilościach potas oraz jony Cl^- pochodzić mogą w znacznej części ze stosowanego nawożenia mineralnego. Występujące w znacznych ilościach siarczany pochodzą natomiast najprawdopodobniej z mineralizacji substancji organicznej gleby. Wzrost poziomu zanieczyszczeń studni wiejskich należy traktować jako sygnał postępujących zmian w składzie wód gruntowych, z którymi wody płytkich studni można identyfikować.

4. „Próby poznania regulacyjnej roli mikroorganizmów w agroekosystemach i innych wybranych elementach krajobrazu rolniczego” (Zakład Mikrobiologii Instytutu Gleboznawstwa i Chemii Rolnej Akademii Rolniczej, Poznań).

W badaniach oceny roli i zagęszczenia mikroorganizmów glebowych wprowadzono dla uproszczenia i uściślenia pomiarów biomasy i produktywności nowo opracowane metody biochemiczne i fizjologiczne. Określono przydatność oznaczeń ATP, ADP i kwasu muraminowego jako wskaźników wielkości biomasy mikroorganizmów glebowych. Wykazano także względną wartość oznaczeń biomasy mikroorganizmów przy zastosowaniu znajomości korelacji między wielkością biomasy, a wydalanym CO_2 . Na obecnym etapie badań najdokładniejszą metodą jest nadal bezpośredni pomiar biomasy metodą mikroskopową. Badania prowadzone przy użyciu znakowanego azotu potwierdziły znaną już dominującą rolę mikroorganizmów w przemianach materii organicznej i ich znaczny udział w immobilizacji i uruchamianiu azotu. Istnieją także przypuszczenia, że badania nad tempem respiracji

mikroorganizmów przy dodatku do gleby różnych źródeł węgla i azotu mogą służyć do znalezienia sposobu zrationalizowania nawożenia azotowego w celu podniesienia efektywności jego wykorzystania rolniczego, zmniejszenia strat wywołanych wymywaniem z gleby oraz podniesienia żyzności gleby z uwzględnieniem racjonalnego przepływu biogenów. Konieczne jest z tego względu poznanie warunków i tempa przemiany materii organicznej dopływającej corocznie do gleb uprawnych oraz zawartej w zmagazynowanej próchnicy glebowej.

5. „Badania mikroflory ryzosfery roślin uprawnych w monokulturze przy różnicowanym nawożeniu” (Zakład Mikrobiologii Instytutu Hodowli Roślin i Nasiennictwa Akademii Rolniczo-Technicznej, Olsztyn).

Przeprowadzone badania miały na celu rozpoznanie znaczenia mikroflory ryzosfery dla obiegu składników odżywczych roślin w układzie gleba—korzeń. W badaniach laboratoryjnych wykazano, że burak cukrowy jest rośliną nie wchodzącą w symbiozę z grzybami mykoryzowymi, natomiast silny mykotrofizm, niezależny od długości okresu uprawy w monokulturze, wykazuje pszenica. W 7-letnich monokulturowych uprawach buraka cukrowego i pszenicy obserwowano spadek ilości bakterii zymogennych i autochtonicznych, co wskazuje na istotne zmiany biologiczne zachodzące w ryzosferze uprawianych roślin wywołane długotrwałą monokulturą. Stwierdzono także, że w latach suchych wśród korzeni roślin bez mykoryzy występują wyraźne anomalie morfologiczne. Wzrost produktywności bakterii pod wpływem wyższego poziomu nawożenia występował w monokulturach buraków cukrowych, natomiast w uprawach pszenicy następowało wyraźne zmniejszenie się produktywności tych bakterii. Produktywność bakterii autochtonicznych jest wyższa w okresie wiosennym i ulega zmniejszeniu pod koniec okresu wegetacji roślin. Ilość bakterii autochtonicznych w ciągu sezonu wegetacyjnego nie ulega większym zmianom w porównaniu do ilości bakterii zymogennych, w przypadku których zakres zmian liczebności jest kilkakrotnie wyższy niż zakres zmian liczebności bakterii autochtonicznych. W 7-letnich monokulturach buraków cukrowych produktywność bakterii jest w porównaniu z uprawami jednorocznymi wyraźnie wyższa. W uprawach pszenicy wpływ wieku monokultury na produktywność bakterii jest niejednakowy w różnych okresach sezonu wegetacyjnego.

6. „Określenie współzależności pomiędzy czynnikami mikrobiologicznymi, fizycznymi i chemicznymi w glebie” (Zakład Agrofizyki PAN, Lublin).

Prowadzone badania dotyczyły udziału mikroorganizmów w tworzeniu struktury gleby, oddziaływania syntetycznych środków strukturotwórczych oraz odpadów przemysłowych i rolniczych na mikroflorę gleby i niektóre procesy mikrobiologiczne oraz adsorpcji bakterii na cząstkach glebowych. Przeprowadzone doświadczenia laboratoryjne wykazały, że najkorzystniej na tworzenie się w glebie pseudobielicowej agregatów glebowych wpływa szczep *Streptomyces* oraz bakterie *Cytophaga*. Agregaty glebowe powstające przy ich udziale w obecności zespołu mikroorganizmów zasiedlających badaną glebę charakteryzowały się szczególnie wysoką (40—80%) i długo utrzymującą się wodoodpornością. Najbardziej krótkotrwałe było oddziaływanie bakterii z rodzaju *Bacillus* i *Arthrobacter*, które wykazywały największą strukturotwórczą aktywność w glebie pozbawionej rodzimej mikroflory. Wpływ syntetycznych środków strukturotwórczych (Gigtar S-6 %, Magnafloc RI-55) na denitryfikację i proces wiązania azotu atmosferycznego w glebie pseudobielicowej wyraża się stymulowaniem wzrostu ogólnej liczebności bakterii przy obniżeniu się liczebności *Azotobacter* oraz nieznacznym wzrostem intensywności denitryfikacji oraz słabą stymulacją wiązania N_2 w przypadku wprowadzenia Magnafloc RI-55 do gleby pseudobielicowej wytworzonej z piasku.

Doświadczenia sedymentacyjne w celu określenia stopnia sorpcji bakterii na cząsteczkach glebowych różnej wielkości w glebach różniących się zawartością części

splawialnych w zakresie 17–86%, wskazują na bardzo zróżnicowany stopień zasiedlenia cząstek glebowych o tej samej lub podobnej średnicy w zależności od rodzaju gleby. Zarówno w przypadku gleby ryżowej o wysokiej zawartości części splawialnych, jak i pseudobielicowej wytworzonej z piasku, zawierającej poniżej 20% części splawialnych, następuje adsorpcja bakterii na cząsteczkach glebowych o średnicy $> 0,02$ mm. Natomiast w glebie pseudobielicowej wytworzonej z lessu większość bakterii występuje w połączeniu z cząsteczkami gleby o średnicy $< 0,006$ mm lub w postaci nie związanej. Wyjaśnienia tego zjawiska należy poszukiwać na drodze analiz chemicznych i mineralogicznych poszczególnych frakcji mechanicznych gleb. Wykazano także, że zastosowanie gnojowicy na glebie pseudobielicowej wytworzonej z lessu stymuluje rozwój bakterii tworzących przetrwalniki, natomiast odpadki poflotacyjne siarki oraz pierze i słoma dostarczane do gleby hamują rozwój tych bakterii w okresie kwitnienia roślin i stadium dojrzałości młecznej nasion.

7. „Wzbogacenie agrocenoz nowymi gatunkami ptaków i ssaków” (Stacja Badawcza Polskiego Związku Łowieckiego, Czempin).

Porównawcze badania kompleksu cech morfologiczno-anatomicznych i biologicznych właściwości bażantów obrożnych (*Phasianus colchicus* L.) pochodzących z hodowli wolierowych przeznaczonych do masowych introdukcji wykazały, że uzyskany materiał hodowlany jest bardzo słaby pod względem jakościowym i tylko w ograniczonym stopniu nadaje się do zasiedleń. Hodowla bażantów prowadzona jest bowiem systemem drobiowym z pełnym pominięciem konieczności przygotowania ptaków do późniejszego życia na wolności, co w dużym stopniu tłumaczy niepowodzenia dotychczasowych introdukcji tego gatunku w środowisku rolniczym naszego kraju. Uzyskanie silnej populacji bażantów w środowisku nowoczesnego krajobrazu rolniczego, w którym przeważają duże powierzchnie upraw monokulturowych, napotyka jednak jak na razie na duże trudności. Wydaje się, że uzyskanie powodzenia w introdukcji bażantów będzie możliwe jedynie w przypadku dużego zróżnicowania struktury krajobrazu oraz poprzez wprowadzenie do środowiska osobników odpowiednio zaadaptowanych do życia w warunkach naturalnych. Wykazano także występowanie wśród populacji dzikich kaczek krzyżówek (*Anas platyrhynchos* L.) szeregu procesów adaptacyjnych do życia w środowisku pól uprawnych. Oceniono wybiórczość pokarmową dzikich kaczek w stosunku do różnych upraw. Latem kaczki krzyżówki korzystają najchętniej z żerowisk na wielkoobszarowych uprawach jęczmienia, a jesienią na uprawach kukurydzy. Dotychczasowe obserwacje wskazują także, że duże powierzchnie monokulturowych upraw rolnych nie sprzyjają rozwojowi populacji kuropatw (*Perdix perdix* L.).

8. „Wpływ gospodarki rolnej na przekształcenie składu i struktury fauny” (Instytut Biologii Uniwersytetu im. M. Kopernika, Toruń).

Wykazano, że na polach uprawnych różnice w nasileniu występowania, składzie taksonomicznym, biomasie i sezonowych wahaniami zagęszczenia fauny glebowej i epigeionu uzależnione są od rodzaju uprawianych roślin i długości okresu wegetacyjnego. Na zmiany w strukturze troficznej fauny wpływa natomiast intensywność zabiegów agrotechnicznych. Zagęszczenie fauny glebowej uzależnione jest głównie od zawartości i rodzaju glebowej materii organicznej. Przy większej zawartości w glebie amorficznej materii organicznej w okresie wiosennym zagęszczenie fauny glebowej jest wyraźnie mniejsze niż wczesnym latem, przy wzroście zawartości w glebie morficznej materii organicznej.

9. „Rola roślin i zwierząt w przepływie energii i krążeniu materii” (Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN, Poznań).

Zasadniczym celem prowadzonych badań było przeprowadzenie na polu uprawnym i w kanale odwadniającym dokładnych całościowych ocen ilościowych pod-

stawowych kategorii funkcjonalnych w obiegu materii organicznej (producenci, konsumenci, destruenci, martwa materia organiczna). Uzyskane dane pozwoliły stwierdzić znaczny udział w przemianach materii organicznej dużych saprofagów o biomase osobniczej większej od 1 mg suchej masy (s.m.). Struktura troficzna zwierząt pola uprawnego i kanału odwadniającego jest bardzo podobna, mimo że ogólna biomasa wszystkich zwierząt w kanale jest ponad trzykrotnie większa ($5,6 \text{ g s.m.} \cdot \text{m}^{-2}$) niż na polu uprawnym ($1,7 \text{ g s.m.} \cdot \text{m}^{-2}$). Udział kręgowców w strukturze biomasy zwierząt kanału jest znacznie większy (21%) niż na polu uprawnym (5%), co wynika z występowania bardziej energochłonnych powiązań troficznych utrzymujących kręgowce lądowe. W oparciu o różnice zagęszczenia zwierząt opracowano typologię upraw pod względem obfitości występowania fauny. Umożliwia to prognozowanie zmian zachodzących w zgrupowaniu i strukturze fauny wywołanych zmianami struktury zasiewów. Dotychczasowe obserwacje wskazują na przykład, że wzrost udziału upraw kukurydzy prowadzi do istotnego obniżenia obfitości zwierząt. Duże znaczenie dla zwiększenia różnorodności fauny i zagęszczenia wielu grup ma zwłaszcza występowanie w krajobrazie przestrzennej mozaiki pól uprawnych, zadrzewień, łąk, miedz i zbiorników wodnych. Należy sądzić, że taka struktura krajobrazu zapobiegać będzie eliminowaniu niektórych grup (ślimaki, mrówki, płazy) pod wpływem wzrastającej intensyfikacji rolnictwa.

Równolegle prowadzono badania dotyczące oceny ilości rozpuszczonej materii organicznej wypłukiwanej z gleb, co jak dotychczas nie było rozpoznane pod względem ilościowym. Uzyskane wyniki wskazują, że poziom stężenia rozpuszczonej materii organicznej w wodzie kanału eutroficznego polimiktycznego jeziora jest wysoki, ponieważ znajdują się one wśród pól uprawnych o intensywnej uprawie roli, są stosunkowo płytkie i mają wodę o odczynie alkalicznym. Przeprowadzone analizy wykazały, że 13% aminokwasów występuje w wodzie jeziora i kanału w stanie wolnym, a spośród wszystkich aminokwasów 40% stanowi tauryna, aminokwas powstający w warunkach naturalnych z cystyny i cysteiny w procesie utleniania.

Należy podkreślić, że wszystkie prace prowadzone w ramach Grupy Tematycznej kontynuowane będą także w latach następnych, ponieważ są one niezbędne dla przeprowadzenia dokładnej charakterystyki i prognozowania przemian zachodzących w środowisku przyrodniczym pod wpływem współczesnego rolnictwa. Służyć temu będzie interdyscyplinarny program badawczy „Przyrodnicze podstawy rozwoju rolnictwa i gospodarowania na obszarach wiejskich”, mający na celu nie tylko zintegrowanie całości problematyki badawczej terenów rolnych, ale także wypracowanie teoretycznej koncepcji rolnictwa ekologicznego.

Krzysztof Kasprzak

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

EKOLOGIA W PRAKTYCE

(Paryż 22—29 IX 1981)

Ekologia w praktyce, lub — jeszcze lepiej — ekologia w działaniu — to hasło wielkiej konferencji połączonej z wystawą, zorganizowanej przez Program „Człowiek i biosfera” (MaB) UNESCO z okazji X-lecia zapoczątkowania tego programu. Konferencja odbyła się w Paryżu, w siedzibie UNESCO w dn. 22—29 IX 1981 r.

Udział w konferencji zgłosiło przeszło 350 osób — przedstawiciele komitetów narodowych MaB, organizatorów projektów programu — międzynarodowych i regionalnych, wybitni specjaliści tej dziedziny wiedzy, którą na konferencji coraz częściej nazywano ekologią społeczną, ekologią człowieka bądź socjoeologią. Byli też obecni niektórzy tzw. decydenci (zwłaszcza z krajów Trzeciego Świata), aczkolwiek b. nieliczni. Faktyczna liczba uczestników — sądząc po frekwencji na sali w siedzibie UNESCO była jednak prawdopodobnie mniejsza (ok. 250 osób).

Cele tego wyjątkowego spotkania sprecyzował m.in. Dyrektor Generalny UNESCO, A. M'Bow, który otwierając uroczyste wystawę stwierdził, że program MaB stanowi obecnie najważniejszy dział prac UNESCO, mający charakter interdyscyplinarny, skupiający ogromne rzesze przedstawicieli różnych specjalności naukowych. Zarazem, jak stwierdził M'Bow, ogromne zasoby danych naukowych użytych w ciągu minionego X-lecia, powinny obecnie być wykorzystane w praktyce dla dobra ludzkości i poszczególnych krajów tej „jednej Ziemi”.

Analogicznie sprawy podniósł zagajając konferencję, z-ca Dyrektora Generalnego A. R. Kaddoura, podkreślając zarazem, że wyniki konferencji zaważą na ukształtowaniach odpowiednich działów opracowywanych obecnie planów UNESCO sięgających 1984 r. Podniósł on także (jakże słusznie!) ogromne zasługi sekretariatu programu, na czele którego stoi od samego początku F. di Castri.

Konferencja pomyślana została w sposób następujący. Wybrano 7 spośród 14 projektów programu MaB, które są najbardziej zaawansowane i których wyniki już obecnie mogą być w jakiejś mierze wykorzystywane w praktyce, służyć pomocą decydom — administratorom różnych szczebli i planistom — przy podejmowaniu decyzji o skutkach ekologicznych. W ramach każdego tematu — na omówienie każdego z nich przeznaczono jeden dzień konferencji — przewidziano referat wprowadzający obejmujący syntezę dotychczasowych osiągnięć oraz zarys tendencji na przyszłość, następnie szereg referatów mających charakter przykładowych studiów szczegółowych oraz 1—2 referaty poświęcone specjalnie wybranym problemom. Dyskusja generalna toczyć się miała po wygłoszeniu wszystkich referatów (większość ich tekstów dostarczono uczestnikom w 2 językach). Tak pomyślanego przebiegu obrad na ogół trzymano się dość rygorystycznie, choć obrady nieraz przeciągały się poza przewidywany limit czasu w danym dniu.

W dalszym ciągu dokonamy krótkiego przeglądu tematyki poszczególnych tematów konferencji oraz wymienionych wyżej grup referatów. Wobec ogromnego zasobu materiałów będzie to oczywiście przegląd niezbyt pogłębiony, kronikarski.

Temat pierwszy (moderator A. Gomez-Pompa, Meksyk) brzmiał: „Badania nad systemem utrzymania produktywności w tropikach wilgotnych i na wpół wilgotnych”. Strategię gospodarowania ziemią na tych obszarach i rolę jaką może odegrać

MaB w tej dziedzinie, przedstawił F. Colley (USA). Zwrócił on m.in. uwagę na to, że prawie sto krajów położonych jest na terenach tropikalnych, w 60 spośród nich istnieją Komitety MaB, lecz zaledwie 37 spośród nich realizuje odpowiednie projekty badawcze. Działają też nieliczne międzynarodowe ekipy badawcze, zwłaszcza w lasach tropikalnych. MaB interesuje się strefami tropikalnymi z powodów badawczych, społecznych i praktycznych. Zagłada lasów tropikalnych może mieć poważne konsekwencje dla całego świata, zwłaszcza dla jego klimatu. Spośród 4,5 mln gatunków organicznych, 3 mln — zdaniem autora — żyje w tropikach. Tropiki są mało poznane i na tym cierpi cała wiedza biologiczna. Pokrywa leśna tymczasem maleje o 1% rocznie, zachodzą nieodwracalne zmiany w ekosystemach, a także wśród ludności. Konieczne są badania mające na celu ratowanie sytuacji i wprowadzenie racjonalnej gospodarki. Należy ustalić przede wszystkim produktywność organiczną we wszystkich podregionach oraz jej wpływ na środowisko. Niezbadaana dotąd jest sprawa wpływu różnorodności biologicznej oraz społecznej na funkcjonowanie ekosystemów tropikalnych. Nieznane są postawy ludności miejscowej wobec zmian w tropikach; percepcja tych zmian; nie ustalono jakie zmiany technologiczne przynosi terazniejszość, jak reagują lasy tropikalne na działalność człowieka. Można sądzić, że najczęściej zachodzą zmiany na gorsze i przy tym nieodwracalne. Autor wylicza zadania badawcze, jakie należy realizować w tropikach — nie tylko zresztą w odniesieniu do lasów, i to nie tylko w aspekcie biologicznym, lecz także społecznym. Współpraca badaczy MaB z decydentami jest tu niemal żadna. Trzeba połączonych wysiłków wielu organizacji, by ten stan rzeczy zmienić. Na przyszłość trzeba także podnosić jakość badań naukowych wciągając do nich liczniejszych badaczy różnych specjalności, osiągać ich wzajemne zrozumienie — dotąd nader wątle — podnosić jakość badań kompleksowych i nie ustawać w wysiłkach, jeśli chodzi o wdrożenie praktyczne bezspornych wyników badań. MaB nie powinien porywać się wyłącznie na syntezy uniwersalne, lecz zwrócić uwagę także na sytuacje lokalne i rozwiązania szczegółowe. W referatach szczegółowych przedstawiono osiągnięte rezultaty w ramach projektów: San Carlos w Wenezueli (R. Herre), w lasach Kalimantan w Indonezji (K. Kartawinata), w Fidżi i w zachodnich Karaibach (H. Brook, Australia), w Andach Centralnych i na wyspach południowego Pacyfiku (P. Baker, USA). W ramach „wybranych problemów” A. Lugo (Porto Rico) domagał się „rewaloryzacji” systemu badań i edukacji środowiskowej w tropikach, który nie odpowiada ani potrzebom gospodarczym, ani nie służy ludzkości w ogóle, zaś I. Sachs (Francja) na przykładzie przede wszystkim Amazonii (Raj? Piekło? Pustynia?) domagał się zaprzestania gospodarki rabunkowej w tropikach, zmiany stylu badań bliżej związanych z warunkami życia ludności i stworzenia nowego modelu ekonomicznego uwzględniającego potrzeby rozsądnego gospodarowania środowiskiem tropików i naszej planety w ogóle.

Dyskusja nie wniosła prawie nic nowego do referatów, których część zresztą miała charakter często opisowy i była ilustrowana pięknymi przeźroczami. Ogólna tendencja przedstawiania „jak to u nas wygląda”, ujawniająca się na poprzednich konferencjach MaB i teraz dała znać o sobie. Pozostało ogólne wrażenie, że problem tropików ma ogromne znaczenie dla całej planety, że prowadzona jest w nich gospodarka rabunkowa i nieliczne jak dotąd badania naukowe nie mogą jeszcze wpłynąć w dostatecznym stopniu na zmianę tego stanu rzeczy (jeśli w ogóle będzie to możliwe!).

Tematem drugiej sesji Konferencji były „Podstawy naukowe zagospodarowywania pastwisk i tzw. stref marginalnych” (moderator F. Bourlière, Francja).

Podstawowy referat w tej dziedzinie, z uwzględnieniem sprawy pustyni i półpustyni przedstawili M. Ayyod (Egipt) i G. Long (Francja). Zatrzymując się nad sprawami terminologicznymi, autorzy uwzględnili także propozycje nazw omawia-

nych stref: strefy niekorzystne, szczególnie wrażliwe, „kruche”, o słabej produkcji biologicznej, pozostając przy nazwie „strefy marginalne”. Wiele projektów programu MaB, a zwłaszcza 3 i 4, nawiązuje do sprawy stref marginalnych, które często są dziełem samego człowieka i jego rabunkowej gospodarki. Badania ekologiczne w tych strefach są konieczne i powinny dotyczyć m.in. ich zasobów obecnych i potencjalnych, zróżnicowanych oddziaływań człowieka na przyrodę, znaczenia tych stref jako „rezerwuarów genów”, warunków społecznych i ekonomicznych zasiedlającej te strefy ludności. Chodzi o ujednolicenie metodyk badań, a także o systematyczne podejście do zagadnień.

Czy warto zajmować się tymi strefami? Znaczenie problemu ilustrują następujące dane: 300 mln ha (3 mln km²) zajmują ziemie suche (100 do 350 mm opadów rocznie), i na wpół suche (350—600 mm), 100 mln ha (1 mln km²) strefy będące w niekorzystnej sytuacji, czyli półsuche (600—990 mm) wreszcie strefy wilgotne (ponad 900 mm). Na tych 4 mln km² żyje ponad 80 mln ludności i ponad 200 mln szt. bydła. W krajach Trzeciego Świata właśnie na tych obszarach rozgrywają się dramaty śmierci głodowej ludzi i zagłady zwierząt domowych. Potrzeby ludzi wynoszą tu w żywności równoważnik 200—300 kg zboża rocznie na osobę. Nie mogą one być zaspokojone w obecnych warunkach. Tej normy z reguły się nie osiąga. Pomoc z zewnątrz jest niewystarczająca. Ekologowie i agroekologowie mogą pomóc w intensyfikacji produktywności tych zaniedbanych obszarów. Podjęte są badania w wielu ośrodkach nad podniesieniem produkcji pierwotnej. Wyniki są zachęcające, ich wdrożenie jednak jest niezwykle trudne i wymaga zarówno zrozumienia ze strony ludności miejscowej, jak też wielkich nakładów. Autorzy formułują 14 postulatów dotyczących doraźnej poprawy, jak też 10 postulatów dotyczących działań długoterminowych. Następnie podają oni przegląd projektów naukowych realizowanych w ramach MaB-3 (w 42 krajach — 98 projektów). Realizowane są 2 typy badań: 1 — „intensywne” na poziomie jednego bioma, oraz 2 — „ekstensywne” związane bezpośrednio z zagospodarowaniem terenów. Oba kierunki są realizowane w sposób niedostateczny.

W obecnym dziesięcioleciu trzeba sformułować dokładny plan badań MaB, urealnić jego wykonanie i nawiązać bliższe kontakty z decydentami w poszczególnych krajach oraz miejscową ludnością.

Referaty szczegółowe dotyczyły poszczególnych krajów — Kenii (W. Lusigi), Tunezji (S. M. Hadjei), Chile (M. Castro), Nowej Zelandii (K. O'Connor). Miały one raczej informacyjno-opisowy charakter i były bogato ilustrowane.

Wystąpienie H. Odegaazda i N. Oritslanda na temat praktycznego zastosowania badań do ustalania pastwisk reniferów na Spitsbergenie zwróciło na siebie uwagę ze względu na bardzo nowoczesną technikę badań (zdjęcia satelitarne, komputeryzacja) oraz ich natychmiastową przydatność gospodarczą. Tworzone są modele matematyczne zapewniające przesiedlanie i przeżycie stad w określonych, zmiennych warunkach. W ramach „problemów wybranych” A. Babajew (ZSRR) przedstawił doświadczenia prowadzone w Turkmenii (skuteczna walka z pustynieniem) oraz N. Dyson — Hudson zaproponował środki podniesienia produkcji zwierzęcej w Afryce.

W dyskusji ogólnej podniesiono problemy porozumień między badaczami i wzajemnej informacji (która jest niedostateczna), uświadamiania miejscowej ludności, która zupełnie nie rozumie ekologów, oraz decydentów różnych szczebli, co jest możliwe tylko przy udziale specjalistów-ekonomistów zajmujących się sprawami rozwoju gospodarczego. Ogólne wrażenie z tego dnia — nauka dopiero błąka się na peryferiach tego ogromnego problemu współczesnej ludzkości, osiągając częściowe sukcesy naukowe, w nielicznych wypadkach, jak dotąd, wykorzystywane w praktyce.

Powszechnie oczekiwano z wielkim zainteresowaniem omówienia trzeciego wielkiego tematu Konferencji „Badania na podstawach zachowania ekosystemów” (moderator O. V. Lindquist, Finlandia), nawiązującego do jednego z kluczowych projektów programu MaB (MaB-8).

Obszerny, gruntownie udokumentowany referat na temat koncepcji rezerwatów biosfery, jej realizacji i wykorzystywania jako narzędzia zintegrowanego rozwoju przedstawił M. Maldague (Kanada). W krótkim sprawozdaniu nie sposób dokładnie omówić tego referatu, wymaga to osobnego opracowania. Zatrzymamy się tutaj jedynie na jego podstawowych тезach.

Sieć rezerwatów biosfery rozwija się dynamicznie. W 1981 r. zarejestrowano 193 rezerваты biosfery w 50 krajach. Należy zmierzać do tego, by sieć ta w przyszłości reprezentowała wszystkie podstawowe ekosystemy Ziemi. Reprezentatywność i różnorodność powinny tę sieć charakteryzować. Chodzi o ochronę różnorodności genetycznej świata genetycznego; 25 000 gatunkom roślinnym i przeszło tysiącowi gatunków i podgatunków samych kręgowców grozi obecnie zagłada. Autor rozważa problem obszaru poszczególnych rezerwatów biosfery, ich związek z krajobrazem, funkcje w dziedzinie badań, kształcenia i nauczania, wreszcie ich status prawny.

Do funkcji międzynarodowej sieci rezerwatów biosfery należą: konserwacja, realizacja zintegrowanych badań ekologicznych, ciągły nadzór uwzględniający wpływ człowieka, powiązanie z dynamicznym rozwojem kraju, w którym są powołane. Organizacja przestrzenna R.B. (skrót ten wchodzi w powszechne użycie) powinna obejmować obszar centralny, chroniony szczególnie, obszar otaczający stanowiący strefę ochronną, obszar wydzielony dla doświadczeń, a także pobliskie obszary nadzorowane, na których jest prowadzona normalna działalność gospodarcza. Konieczna jest współpraca i współdziałanie R.B. z innymi obszarami chronionymi — parkami narodowymi, rezerwatami, strefami chronionego krajobrazu. W każdym kraju powinien istnieć system całościowy tego rodzaju.

Rezerваты biosfery powinny się znaleźć w obrębie ogólnej strategii zachowania dziedzictwa kulturalnego i przyrodniczego naszej planety.

Autor rozpatruje przykładowo R.B. Mapinu i La Michilia w Meksyku, gdzie m.in. realizowana jest dobra współpraca z miejscową ludnością, świadomą zamierzeń naukowców. Autor rozpatrzył szczegółowo tryb powołania i organizacji typowego R.B. i program jego działania.

Należy w dalszym ciągu doskonalić koncepcję MaB dotyczącą R.B. i działania sieci jako całości. Podstawową ideą powinien być udział R.B. w zintegrowanym, racjonalnym gospodarowaniu zasobami naszej planety. Autor formułuje 11 zaleceń na przyszłość, m.in. powołanie R.B. jako czynnika zintegrowanego rozwoju, uzupełnienie sieci i jej doskonalenie, ciągła ocena funkcjonowania sieci, zastosowanie naukowe i praktyczne uzyskiwanych danych, rozwijanie programów badawczych oraz ciągłego monitoringu, wykorzystywanie R.B. dla nauczania i kształcenia, informacja o R.B. w skali krajowej i międzynarodowej, wzmocnienie koordynacji międzynarodowej oraz powiększenie środków dla realizacji projektu MaB-8.

Referaty poświęcone studiom specjalnym obejmowały problemy konserwacji, rozwoju i udziału ludności w ochronie przyrody w Meksyku (G. Halffter), gdzie w rezerwacie Mapinu m.in. wybuchła epidemia wścieklizny i konieczna była interwencja z zewnątrz; działalności rezerwatów Trebon w Czechosłowacji (J. Jenik i J. Kvet); doświadczenia USA (W. Greggji), gdzie funkcjonuje 36 R.B. reprezentujących 16 prowincji biogeograficznych i 5 stref przybrzeżnych; działalność 120 rezerwatów i 7 R.B. w ZSRR (W. Sokołow) i przegląd ich sieci.

O działalności naukowej w 72 rezerwach i trzech R.B. w Chinach informował Iaug-Henxi demonstrując piękne przeźroczą. Przykłady organizacji R.B. w gę-

sto zaludnionych strefach Europy i basenu Morza Śródziemnego przedstawił M. E. D. Poore (Wielka Brytania) podając dane dotyczące procentu obszarów chronionych w krajach Europy (krańcowe dane: 0,15% Irlandia, 8,42% Islandia).

W ramach „problemów wybranych” T. Lovejoy (USA) mówił o zastosowaniu teorii ekologicznych w projektach ochrony przyrody.

Z punktu widzenia ewolucyjnego podszedł do problemu ochrony genofundów O. Frankel (Australia). Przewiduje on całkowitą zagładę wielkich kręgowców pozabawionych obecnie możliwości ewolucyjnych (w oparciu o dane zebrane w specjalnej tabeli). Ewolucyjne możliwości zachowują obecnie drobne zwierzęta, małe rośliny, bakterie i wirusy. Człowiek powinien dążyć do zachowania różnorodności genetycznej, m.in. dla własnych celów, gdyż nie wiadomo wobec jakich problemów zostanie postawiony w świecie, którego biosfera ulega tak silnym przeobrażeniom.

W dyskusji przeważał pogląd, że należy rozwijać sieć R.B. mając m.in. na celu problemy rozwoju gospodarczego. Całkowite niezrozumienie zadań R.B. i ochrony przyrody w wielu krajach rozwijających się, przez ich ludność, wymaga cierpliwych akcji uświadamiających (głosy kilku przedstawicieli Afryki).

Temat 4 — „Podejście ekologiczne do ulepszania planowania miast” dotyczył — jak zauważył na wstępie moderator — P. Zaremba (Polska) całego kompleksu spraw ekologicznych — socjologicznych i ekonomicznych.

Podstawowy referat „Zintegrowane studia miast traktowanych jako systemy ekologiczne i rola MaB w tym zakresie” przedstawił S. Boyden (Australia), główny realizator tzw. projektu „Honkong”. Tezy tego referatu sprowadzały się do stwierdzeń, że konieczne jest podejście ekologiczne do problemów socjalnych i do planowania przyszłości. Największe znaczenie ma opracowanie koncepcji i metod zintegrowanych dla wyjaśnienia ekologicznego znaczenia miast oraz innych osiedli ludzkich. Znaczną rolę odgrywa obecnie w programie MaB projekt 11 poświęcony tym problemom. Wyrażana jest opinia, że projekt ten ma możliwość dostarczenia zaleceń praktycznych ważnych dla przyszłości ludzkości (ok. 2000 r. jej połowa będzie żyła w miastach!) inicjując m.in. nowatorskie prace nad wzajemnymi powiązaniami i współzależnościami ekologicznymi zachodzącymi wewnątrz osiedli ludzkich oraz pomiędzy nimi, a ich środowiskiem zewnętrznym (lokalnym, regionalnym, światowym).

Autor wyróżnił 5 faz rozwoju osiedli ludzkich, przy czym ostatnia, ekologiczna, dopiero się kształtuje. Na marginesie tej optymistycznej oceny autor przytoczył jednak zdanie tych, którzy sądzą, że procesy urbanizacji i zużycia energii już się wymknęły spod wszelkiej kontroli (ok. 2050 r. ludzkość będzie zużywała prawie tyle energii, ile cały świat roślin i zwierząt!), co prowadzi do zagłady rodzaju ludzkiego. Wiele zależy od współpracy uczonych z decydentami (dotąd nadal niedostatecznej), a także wzajemnego zrozumienia pomiędzy nimi. Autor postuluje powstanie nowej specjalności, ekologii człowieka, powiązanej zarówno z innymi specjalnościami, jak też ze społeczeństwem, planistami i decydentami. Powołując się m.in. na konferencję w Poznaniu (1977), autor wzywa do stosowania w tej specjalności metod analizy systemowej oraz innych nowoczesnych metod badawczych. Szczególnie skuteczne są przedsięwzięcia organizowane razem z ludnością i decydentami (jak np. w mieście Lae, w Nowej Gwinei, o czym mowa była także w doniesieniu K. Newcombe’a, a także w Polsce).

W ramach studiów szczegółowych, M. Bonnes (Włochy) przedstawiła „projekt Rzym” zainicjowany przez zmarłego niedawno botanika Giacomini. Rozdano specjalne wydawnictwo na ten temat. W projekcie tym przeanalizowano m.in. zawile interrelacje podstawowych składników życia miasta.

Z. Sanchez de Carmona przedstawił studia ekologiczne związane z zagospodarowaniem doliny Meksyku, A. v. Hasler (RFN) — przykład Frankfurtu nad Menem.

W ramach wybranych problemów Tonio Okina mówił o zanieczyszczeniu jezior Suwa (Japonia). Gruntownie przeanalizował sprawę integracji nauk przyrodniczych i społecznych w planowaniu urbanistycznym O. Janicki (ZSRR). W maju 1982 r. zostanie zwołana w Moskwie specjalna konferencja UNESCO na ten temat. Ciekawą, choć zapewne mało realną koncepcję autarkii i samowystarczalności miast jako warunku ich przeżycia przedstawił I. Friedman (Francja).

Dyskusja była krytyczna i interesująca. M.in. przedstawiciel Algierii podniósł sprawę kompletnego braku zrozumienia ekologii wśród decydentów i postulował potrzebę uproszczenia i popularyzacji wniosków naukowców, jeśli mają mieć znaczenie praktyczne. Przedstawiciel Finlandii domagał się nauczania ekonomii w kształceniu ekologów.

Duże zainteresowanie wzbudził temat 5 — „Wykorzystanie informacji naukowej dla celów nauczania o środowisku” (moderator A. El-Hili — Tunezja).

Podstawowy referat w tej dziedzinie opracowali A. Moroni i G. Ravora (Włochy). Sformułowali oni tezę, że współczesny kryzys ekologiczny ma także charakter kulturalny i wynika z „redukcjonizmu” kulturalnego człowieka wobec środowiska, jako kogoś obcego i pretendującego do panowania nad przyrodą. Ten stan rzeczy powinno naprawić nauczanie o środowisku, mające uświadomić pozycję człowieka w przyrodzie i jego odpowiedzialność, także wobec przyszłych pokoleń. W kulturach prymitywnych istnieje harmonia pomiędzy człowiekiem i przyrodą. Kultura przemysłowa spowodowała kryzys w tej dziedzinie. Prawidłowa percepcja środowiska (MaB-13) jest podstawą ustalenia dla niego stanowiska właściwego człowiekowi, jako części przyrody, który powinien liczyć się z jej prawami, poznawać je w trybie badań interdyscyplinarnych. Nauczanie o środowisku zmierza do kształtowania ludzi szanujących równowagę naturalną, odczuwających istotę stosunku człowieka do środowiska, zmierzających do kształtowania środowiska człowieka (miasta, dzielnicy, środowiska pracy, grup uczących się), w którym osobniki i kolektywy mogą zarazem kształtować jego oblicze i zarazem zeń korzystać. Kształcenie to ma na celu pobudzać do ochrony wszystkiego, co dla ludzkości jest cenne dziś i przenosić to w przyszłe układy i stosunki. Brakiem dotychczasowych opracowań naukowych MaB jest ich forma utrudniająca informację i nauczanie. Konieczne jest umożliwienie tego przekazu na wszystkich szczeblach. Autorzy postulują: kształtowanie powiązań organicznych pomiędzy programem MaB a Sekcją edukacji o środowisku w UNESCO (istnieje od niedawna), wprowadzać wyniki programu MaB do nauczania szkolnego oraz ustawicznego, wezwać do podobnych działań Komitety Narodowe MaB. Autorzy wyliczają także warunki niezbędne dla wprowadzenia nauczania o środowisku do szkół. Powinno ono być realizowane we wszystkich przedmiotach nauczania. Zachodzi konieczność wzmożenia badań pedagogicznych w tym zakresie. Komitety Narodowe MaB powinny odgrywać rolę centrów informacyjno-dydaktycznych. W nauczaniu ustawicznym trzeba wykorzystywać wszelkie możliwości (publikatory, radio, telewizja).

B. Lefevre (Francja) przedstawił następnie projekt zróżnicowanych wystaw służących popularyzacji problemów środowiska.

J. Murphy (Australia) mówił o pozytywnych doświadczeniach australijskich w zakresie nauczania o środowisku.

Dyskusja toczyła się nad poszczególnymi grupami referatów. Autor tego sprawozdania podkreślił rolę nauczania w kształtowaniu świadomości całych społeczeństw i decydentów, co obok upowszechnienia wiedzy ekonomicznej o środowisku ma obecnie największe znaczenie praktyczne. Potrzebna jest realizacja programu „Ekologia w praktyce nauczania” na wszystkich szczeblach.

Przedstawiciel Górnej Wólty podniósł jako podstawowy problem alfabetyzacji ludności.

M. Castro (Chile) opisała bez bliższego związku z tematem warunki środowiska swego kraju, podobnie J. Kawakita (Japonia) mówiąc o Himalajach.

H. L. Morales (Meksyk) opisał doświadczenie fermy Chinampas, twierdził, że z nauczaniem trzeba trafiać wprost do chłopów i od nich też, którzy są praktycznymi ekologami, należy się uczyć zastosowań praktycznych.

O specjalnym programie badań i nauczania w krajach śródziemnomorskich (program OPIEM) zakomunikował F. G. Bernoldez (Hiszpania).

W dyskusji nad referatami o nauczaniu szczególnie mocno podkreślano potrzebę znalezienia języka zrozumiałego dla chłopów oraz sposobów trafiania im do przekonań (Kamerun). E. Seidel (NRD) poinformował zebranych o systemie oświaty „środowiskowej” w NRD i osiągnięciach w tym zakresie. Nad sprawą tą czuwa m.in. Ministerstwo Ochrony Środowiska. Towarzystwo Ochrony Środowiska liczy w NRD obecnie 40 000 członków.

Przedstawiciel Indonezji podkreślił brak nowej dyscypliny zajmującej się środowiskiem. W 7 uniwersytetach stworzono Ośrodki Nauczania o środowisku.

W ożywionej dyskusji ogólnej podnoszono następujące momenty: należy realizować postanowienia konferencji w Tbilisi (1977), podjąć wszechstronne nauczanie personelu realizującego program MaB, przede wszystkim podjąć działania edukacyjne wśród warstw biednych, dostosowywać je do warunków lokalnych.

Z krytycznymi uwagami wystąpił J. Jeffers (W. Brytania). Jego zdaniem w obiegu jest za dużo i to złej informacji o środowisku, nadużywany jest termin „ekologia”, która jest i będzie nauką podstawową. Nie można przedstawiać wiedzy współczesnej jako systemu prawd, chodzi o wyjaśnianie tego, co jest nieznane, o poszukiwanie prawdy.

Dyskusję podsumował sekretarz programu, F. de Castri, który nawoływał do dynamizacji programów edukacyjnych, przewycięzania „sektorializmu” w UNESCO i w krajach. Przypisał, że dla programu lepiej by pasowała obecnie nazwa „Człowiek w biosferze”.

Dyrektor sektora edukacji w UNESCO poinformował o podjętych dotąd działaniach w nauczaniu o środowisku i zapowiedział wydawanie od 1983 r. specjalnego biuletynu o edukacji środowiskowej.

Szósty temat Konferencji dotyczył „dostarczania różnych rodzajów informacji niezbędnych przy podejmowaniu decyzji w gospodarowaniu terenami” (moderator E. H. Sene, Senegal), a więc najbliższ wiązał się z problematyką „Ekologia — praktyce”.

Podstawowy referat M. Holdgate (Wielka Brytania) poruszył główne sprawy nauczania decydentów ekologii, kształcenia administratorów, „tłumaczenia” wiedzy ekologicznej na język praktyki. Ogromne trudności piętrzą się na tej drodze: — „samowystarczalność badaczy”, brak wspólnego języka, przeszkody finansowe. W W. Brytanii kładzie się nacisk na efektywność i produktywność wdrożenia badań, istnieje instytucja specjalnych kontrolerów i doradców. Zrozumienie ekonomiki środowiska jest niedostateczne. Wzajemne zrozumienie pomiędzy badaczami a decydentami dopiero się kształtuje, choć podstawowe schematy działania są już ustalone.

W dyskusji podnoszono sprawy roli FAO, organizacji kursów specjalnych dla administratorów, znaczenie ogólnego poziomu społecznej kultury (O. Janicki, ZSRR). Przestrzegano przed zbyt dużą ufnością decydentów wobec badaczy nie uwzględniających często specyficznych warunkach lokalnych (Algieria). Prof. Jeffers (W. Brytania) zwrócił uwagę na to, że badania można prowadzić w nieskończoność, jednak obecny zasób wiedzy ekologicznej pozwala na wiele wdrożeń.

Grupa badaczy szwajcarskich (P. Messerli, C. Darbellay, D. Chapalny) przedstawiła niezwykle interesujący eksperyment prowadzony w małej prowincji Le Pays d'Enhaut, gdzie głównym problemem jest powiązanie normalnej gospodarki chłopskiej z nasileniem turystyki. Udało się powiązać badaczy ze społecznością chłopską w jednej organizacji, stworzyć „chłopskie MaB” funkcjonujący skutecznie także w dziedzinie praktyki.

F. di Castri w dyskusji zwrócił uwagę na to, że przykład szwajcarskich badaczy może być wykorzystany nie tylko w krajach rozwiniętych.

A. Whyte (W. Brytania) w swoim wystąpieniu nakreśliła drogę zbliżenia się programu MaB do rozwiązywania problemów praktycznych i stwierdziła, że istnieje pewien postęp w tej dziedzinie.

Rolę ujęć systemowych i modelowania symulującego rozwinął w referacie J. Jeffers przedstawiając liczne schematy i wykresy.

W dyskusji przestrzegano przed zbytnią wiarą w komputeryzację wiedzy.

B. Lundholm (Szwecja) przedstawił dzieje udanego projektu „Człowiek w lesie” i stwierdził, że w toku jego realizacji wyrosło pokolenie młodych badaczy zdolnych do pracy zespołowej i rozwiązywania problemów interdyscyplinarnych.

F. di Castri wymienił kryteria niezbędne dla ukształtowania prawidłowego projektu MaB — wartość naukowa badań i ich wkład do nauki, możliwość zastosowania praktycznego wyników, międzynarodowe znaczenie projektu.

W dyskusji zwrócono uwagę na to, że ekologia stanowi nie tylko naukę, ale też jakby pewien światopogląd mający ogromne znaczenie dla kultury wspólczesnej.

Ostatni dzień obrad poświęcony był omówieniu przyszłości programu w latach 80-ych (moderator D. Sastrapadja, Indonezja). W referatach m.in. R. Seatyeza (Australia), aktualnego przewodniczącego Rady Koordynacyjnej Programu MaB, oraz w dyskusji w zasadzie znalazły się te same elementy, jakie występowały w wypowiedziach z poprzednich dni. Akcentowano na ogół fakt, że w ciągu X-lecia program MaB zdobył ogromne doświadczenie, zebrano wielki zasób wiadomości. Kontynuując interdyscyplinarny charakter programu, należy obecnie położyć główny nacisk na wykorzystanie zdobytej wiedzy w praktyce.

W myśl założenia organizatorów spotkania w Paryżu, konferencja miała być organicznie powiązana z wystawą stanowiącą podsumowanie X-letniej działalności programu MaB. Miała ona charakteryzować interdyscyplinarne podejście do problemów kształtowania terenów, ilustrować metody działania MaB, służyć informacji naukowej i nauczaniu, ilustrować osiągnięcia krajów i regionów. Powinna była zainteresować decydentów w różnych dziedzinach, planistów, szerszą publiczność.

Z całą pewnością tak się nie stało i wystawa takiej roli nie spełniła. Wystawę obejrżeli pobieżnie uczestnicy konferencji (głównie w przerwach na kawę).

Równoległą wystawę (podobno okazalszą), która mieściła się w ratuszu Paryża, nie wszyscy zdążyli obejrzeć. Wystawę „ratuszową” otwierali: Mer Paryża J. Chirac, Minister Środowiska — M. Crepeau i Dyr. Gen. UNESCO, A. M'Bow. W dyskusji na konferencji podkreślano, że hasło tamtej wystawy, uwidocznione na okazałych plakatach, „Ziemia w naszych rękach” bardzo dalekie jest od rzeczywistości. Niektórzy mówili wręcz, że Ziemia nasza znajduje się w rękach decydentów, którzy prowadzą globalną gospodarkę rabunkową.

Wystawa w gmachu UNESCO składała się z dużej liczby wydawnictw UNESCO, Komitetów Narodowych oraz innych książek. Ten dział należy uznać za pożyteczny i udany. Reszta miała charakter plakatów obejmujących następujące tematy: planowanie przestrzenne (10 plakatów), lasy tropikalne (7), strefy marginalne (7), miasta jako systemy ekologiczne (7), ochrona przyrody (5). Niektóre ujęcia były

pomysłowe i „edukacyjne”, większość jednak miała charakter akademicki i mogła zainteresować chyba specjalistów (np. mapy pustyń, lasów tropikalnych itp.). Sądzę, że w tym ujęciu wystawa nie zilustruje ani rzeczywistych osiągnięć programu MaB, ani też Komitetów MaB, ani licznych przecież projektów światowych i regionalnych. Uczestnikom Konferencji rozdano szczegółową ankietę zawierającą 40 rubryk, z prośbą o ocenę wystawy. Nie sądzą, żeby wypadła ona pozytywnie. Zarówno kopie wystawy, jak i wyniki ankiety mają być udostępnione Komitetom Narodowym MaB.

Osobne wydawnictwo książkowe „MaB w 10 lat później” rozdane uczestnikom konferencji paryskiej zasługuje na osobne omówienie, podobnie jak międzynarodowy program edukacji środowiskowej na lata 1981—1983, ogłoszony w czasopiśmie *Connexion* (N 4, 1980).

Jak więc można ogólnie ocenić osiągnięcia programu UNESCO — MaB w minionym dziesięcioleciu w świetle odbytej z tej okazji dużej konferencji międzynarodowej? — Niewątpliwie zgromadzono ogromny zasób wiadomości o środowisku prawie wszystkich regionów świata i o różnorodnych zagrożeniach biosfery naszej planety. Opracowano praktykę naukowych działań kompleksowych oraz interdyscyplinarnych coraz lepiej służących celowi poznania biosfery i źródeł współczesnego kryzysu ekologicznego świata.

Osiągnięto stosunkowo nieliczne i fragmentaryczne sukcesy w dziedzinie praktycznych zastosowań zdobytej w ten sposób wiedzy. Do wdrożenia praktycznego osiągnięć Programu MaB prowadzi jeszcze długa droga. Kluczowe znaczenie (pomijając sprawy ogólnopolityczne i zagrożenia wynikające z tendencji konfrontacyjnych i przygotowań do światowego konfliktu zbrojnego) ma obecnie chyba podniesienie ogólnej kultury i świadomości populacji ludzkiej oraz rozwój nowej ekonomiki środowiska, jak głównego źródła argumentacji dla administratorów, decydentów i planistów na różnych poziomach ich działania.

Włodzimierz Michajłow

SYMPOZJUM EWOLUCYJNE W BREMIE

Współczesna biologia nierzadko przypomina Wieżę Babel. Wskutek postępującej specjalizacji, komplikujących się technik badawczych, sprzecznych interesów grup naukowców, czy wreszcie właściwych nauce niejasności związanych z jej rozwojem, coraz trudniej znaleźć biologom wspólny język.

Zastosowanie maszyn cyfrowych, które umożliwiły modelowanie procesów biologicznych, wprowadziło dodatkowy rozdział między teorytkami a eksperymentatorami. Zwolennicy modelowania, zachęcani powodzeniem pierwszych prób, zapomnieli z czasem o żywych organizmach. Zredukowali je do garstki parametrów poddających się bez oporu prawie każdej operacji matematycznej. Postępowanie to wzbudziło zrozumiałą niechęć bardziej realistycznie nastawionych obserwatorów przyrody. Takiemu stanowi rzeczy próbują zaradzić Sympozja Bremeńskie poświęcone teorii systemów biologicznych. Celem ich jest wypracowanie wspólnego języka dla specjalistów z różnych dziedzin biologii i eliminowanie przepaści dzielącej teoretyków od eksperymentatorów. Czwarte z kolei sympozjum, zorganizowane na uniwersytecie w Bremie odbyło się w dniach 3—7 września 1980 pod hasłem: „Przystosowania do środowiska oraz ewolucja stawonogów i niższych kręgowców”. Była to niewielka narada, w której wzięło udział 17 zaproszonych gości, w tym z USA — 7 osób, z RFN — 7, z Holandii — 2, Szwajcarii — 1 i Polski — 1. Sesje odbywały się w pięciu grupach tematycznych: 1. Ograniczenia modeli opisujących adaptacje do środowiska i organogenezę. 2. Morfologia funkcjonalna i fizjologia w ewolucji *Anura*. 3. Ewolucja zwierząt jaskiniowych: stałe środowisko —

niezmienny behawior? 4. Co ogranicza populacje w przestrzeni? 5. Niestabilność gatunków. Przepływ genów, introgresja i zróżnicowanie geograficzne europejskich płazów bezogonowych.

Dyskusje następowały po wygłoszonych doniesieniach i toczyły się dalej w ciągu trwania sympozjum w swobodnej atmosferze, w małych, nieformalnych grupach. Brak ściśle określonych ram, czy konieczności osiągnięcia z góry ustalonych celów był, zdaniem piszącego, ogromną zaletą spotkania. Także możliwość nawiązania osobistych kontaktów ze wszystkimi uczestnikami, co jest możliwe tylko na niewielu zjazdach, sprzyjała wymianie poglądów.

Nie sposób przedstawić całą różnorodność poruszanych tematów ani też zamknąć je w jednej myśli przewodniej. Poruszę więc jeden temat, który wydaje mi się najbardziej interesujący, a także najlepiej obrazujący sytuację w biologii oraz konieczność organizowania tego rodzaju sympozjów (przedstawione doniesienia ukazały się drukiem, tak jak materiały z poprzednich spotkań).

W odczycie wprowadzającym, S. C. Stearns (Portland, USA), przedstawił trudności związane z określeniem pojęcia wartości przystosowawczej (dopasowanie, fitness), pojęcia niezwykle ważnego w rozważaniach ewolucyjnych. Nie jest ono jednoznaczne i ma, co gorsza, inne znaczenie w genetyce populacji, a inne w ekologii ewolucyjnej. Pierwsza z tych dziedzin traktuje wartość przystosowawczą jako właściwość genotypu, druga natomiast przypisuje ją określonemu fenotypowi w danych warunkach środowiska.

Nie ulega wątpliwości, że przemianom ewolucyjnym towarzyszą zmiany frekwencji genów, jednak dobór naturalny nie działa bezpośrednio na genotypy, lecz na fenotypy. Niestety, związek między wieloma cechami fenotypu i genotypem najczęściej jest niejasny. Toteż zacięty spór między naturalistami i selekjonistami o znaczenie ewolucyjne ogromnego polimorfizmu białkowego, ciągnący się z górą od 20 lat, jest częściowo zawieszony w próżni. W praktyce bowiem niezwykle trudno jest przypisać określonym genotypom różne wartości przystosowawcze.

Ekolodzy, a zwłaszcza ich część o nastawieniu ewolucyjnym i zajmująca się tak zwaną biologią gatunków (life history), widzą wartość przystosowawczą nieco inaczej. Udowodniono, że takie cechy organizmów jak: czas osiągnięcia dojrzałości płciowej, liczba potomstwa, długość życia, przeżywalność i in. mają ogromne znaczenie dla utrzymania się gatunku w przyrodzie. Określają one także jego potencjał ewolucyjny. Wykazano np., że zmiana tempa rozwoju o 10% jest niemal równoznaczna 100% zmianie płodności. Podejście ekologiczne okazało się niezwykle owocne. Uwzględniając dwie ważne komponenty wartości przystosowawczej: przeżywalność i płodność osobników oraz interakcje organizmów ze zmiennym środowiskiem, wykryto nowe prawidłowości. Okazało się, że określonym warunkom środowiska odpowiadają określone, choć różnorodne strategie rozrodcze i przystosowania. Co więcej, postawione hipotezy można testować eksperymentalnie. W przeciwieństwie do genetyków populacji, ekolodzy powiązali wartość przystosowawczą z właściwościami całego organizmu i jego oddziaływaniem ze środowiskiem. Zapomnieli jednak o ograniczeniach fenotypu spowodowanych jego składem genetycznym i rozwojem ontogenetycznym. Z danego genotypu powstaje tylko jeden określony fenotyp. Nie może on powstać, jeśli brak jest odpowiednich, warunkujących go genów. Tak rozumiane pojęcie wartości przystosowawczej doprowadziło do modelowania procesów ewolucyjnych w oparciu o zasadę optymalizacji, to znaczy wyboru takiej kombinacji cech, która zapewnia największy sukces w przyrodzie. Organizmy poddane operacjom modelowym przystosowywały się do wszelkich warunków ekologicznych. Były plastyczne jak glina. Równocześnie milcząco zakładano, że są haploidalne i rozmnażają się bezpłciowo. Jest to, rzecz

jasna, ogromne uproszczenie. Zdecydowana większość organizmów rozmnaża się płciowo, a odziedziczone geny pochodzą w połowie od każdego z rodziców. Nie wydaje się, by takie optymalizujące podejście, prowadzące do powstania organizmów idealnych, było bardziej prawdziwe od czysto mechanistycznego rozważania zmian frekwencji genów.

Istnieją również inne pojęcia wartości przystosowawczej, oparte na liczebności osobników, czy też przetrwaniu (prawdopodobieństwie wymarcia) gatunku. Wszystkie te próby określenia wartości przystosowawczej biorą pod uwagę tylko pojedyncze aspekty istnienia żywych organizmów i pomijając pozostałe wypaczają obraz rzeczywistości. Definicja wartości przystosowawczej powinna uwzględniać wszystkie te cechy: poszczególne geny, genotyp, jego realizację w określony fenotyp w ontogenezie, oddziaływanie organizmu ze środowiskiem, z innymi organizmami, wreszcie rozród płciowy i stosunki panujące w następnej generacji. Zbudowanie takiego modelu wartości przystosowawczej może jednak okazać się niemożliwe. Należy zatem pomyśleć jak zmienić się może nasz obraz świata, gdy jedno pojęcie zastąpi się innym.

Organizmy żywe są oportunistyczne. Nie są zbudowane idealnie, nie zawsze mają najlepszy skład genów, nieraz natrafiają na trudne dzieciństwo, czy złe warunki środowiska. Wystarczy jednak, gdy „zdadzą na trójkę”, aby przekazać geny następnej generacji. Nie wszystkim się to udaje. Paleontolodzy twierdzą, że żyje tylko 10% powstałych kiedyś gatunków. Nie najlepszy to obraz świata i nauki borykającej się z trudnościami opisu istniejącej rzeczywistości. Można jednak żywić nadzieję, że uświadomienie sobie własnych ograniczeń przyczyni się w przyszłości do ich pokonania. Pierwszy sukces, organizatorzy sympozjów bremeńskich, Dietrich Mossakowski i Gerhard Roth, już osiągnęli.

Jacek M. Szymura

DRUGIE MIĘDZYNARODOWE SYMPOZJUM nt. ŁĄDOWYCH EKOSYSTEMÓW MEZOZOIKU

Trzy lata temu, na pierwszym sympozjum poświęconym „Łądownym Ekosystemom Mezozoiku” w Paryżu ustalono, że następne odbędzie się w Polsce. I choć w 1981 r. organizacja międzynarodowych spotkań nie jest w naszym kraju sprawą łatwą, choć nie wszystkim, którzy zapowiedzieli swój przyjazd, udało się przybyć do Warszawy, sympozjum odbyło się jednak zgodnie z przewidywaniami, w dniach 14–18 września, w Jadwisinie nad Zalewem Zegrzyńskim. Organizatorom — Zakładowi Paleobiologii PAN i Muzeum Ziemi PAN w Warszawie udało się zapewnić odpowiednie warunki materialne, o resztę postarali się już wszyscy uczestnicy.

W sympozjum wzięło udział 50 osób z 12 krajów świata, w tym 37 osób z zagranicy. Wygłoszono 35 referatów, pokazano też 2 filmy naukowe (i jeden „eastern” nakręcony przez uczestników polskiej ekspedycji w Mongolii). Trzy dni obrad wypełnione były referatami i dyskusją, czwarty poświęcono na zwiedzanie Warszawy i nieformalne dyskusje, które zawsze przy tego typu spotkaniach odgrywają ważną rolę. Tematyka wystąpień była bardzo zróżnicowana i dotyczyła takich spraw, jak paleoekologia różnych grup organizmów (głównie ssaków i dinozaurów), paleogeografia mezozoiku, przyczyny wymierania późnokredowego i wielu innych. Wszystkich wystąpień, ani wszystkich poruszanych problemów nie da się tu przedstawić — będą one zresztą opublikowane w specjalnym tomie „Palaeontologia Polonica”, który poświęcony ma być w całości Sympozjum. Tu zaś zasygnalizować można jedynie niektóre ciekawsze wystąpienia.

O pierwszych ssakach i „prawie-ssakach” z pogranicza triasu i jury traktowały dwa odczyty. Stanowią one odbicie rosnącego dziś przekonania, że ów zespół

prymitywnych drobnych ssaków i form zbliżonych był bogatszy i bardziej zróżnicowany niż do niedawna sądzono. Potwierdzenie tego poglądu przyszło z dwu przeciwnych regionów Ziemi — z południa Afryki (Lesoto), gdzie badania prowadzili Patricia Lees (University College, Londyn) i Richard Mills (Eastman Dental Hospital, Londyn), i z Saint-Nicolas-de-Port z Francji, gdzie faunę retycką (przełom triasu i jury) opracowała Denise Sigogneau-Russell (Muséum d'Histoire Naturelle, Paryż).

O młodszych i znacznie lepiej zachowanych szczątkach ssaków mówiła Zofia Kielan-Jaworowska z Zakładu Paleobiologii PAN w Warszawie. Jej badania nad późnokredowymi multituberkulatami z pustyni Gobi pozwoliły na dość dokładne odtworzenie anatomii mózgu tych ssaków, znanej dotąd jedynie ze słabo zachowanych fragmentów. Dzięki naturalnym wypreparowanym odlewom mózgu udało się zrekonstruować ogólną strukturę mózgu multituberkulatów i wyciągnąć na tej podstawie wnioski dotyczące ich etologii. Stan zachowania skamieniałości pozwolił też na wyliczenie współczynnika encefalizacji (tzw. EQ, tzn. liczbowej oceny względnego rozwoju mózgowia w stosunku do średniej dla danej grupy zwierząt), jednak inną metodą, niż ta, którą stosował H. Jerison; autorka pokazała uczestnikom dziesięciokrotnie powiększone modele mózgu, które pozwalają na dokładniejszą ocenę wielkości EQ niż analityczne metody Jerisona.

Dwa wystąpienia poświęcone były laktacji u ssaków. Caroline Pond (The Open University Milton Keynes, Anglia) mówiła o znaczeniu opieki rodzicielskiej we wczesnych stadiach rozwojowych u ssaków i znaczeniu laktacji w ewolucji, jako strategii, która pozwoliła na kolonizację niedostępnych dla gadów obszarów (dzięki magazynowaniu zawczasu w organizmie matki substancji zapasowych uruchamianych w postaci mleka w momencie narodzin potomstwa). Mervyn Griffiths z Australian National University w Canberrze omówił problemy związane z laktacją u stekowców, zwracając uwagę na podobieństwa stekowców z multituberkulatami, które — zgodnie z wynikami prac Z. Kielan-Jaworowskiej — są bliżej spokrewnione ze współczesnymi *Monotremata* niż z jakąkolwiek grupą ssaków mezozoicznych. Ozdobą wystąpienia M. Griffithsa był piękny film popularnonaukowy poświęcony rozrodowi u stekowców i torbaczy.

Badania nad ssakami z przełomu kredy i trzeciorzędu postawiły w nowym świetle kontrowersyjny i aktualny problem mechanizmów odpowiedzialnych za wymieranie większych grup organizmów. Jak wykazał William A. Clemens (University of California, Berkeley), wymieranie późnokredowe było w przypadku ssaków bardzo selektywne i dotknęło nierównomiernie różne ich grupy; podczas gdy torbacze uległy bardzo drastycznej redukcji (przeżył, jak się zdaje, tylko jeden ich rodzaj), to multituberkulaty doświadczone zostały w znacznie mniejszym stopniu, ałożyskowce nie odczuły owego późnokredowego wydarzenia prawie wcale. Na tej podstawie, a także w związku z analizą losów innych grup organizmów z różnych stref klimatycznych globu Clemens dochodzi do przekonania, że popularne dziś koncepcje katastroficzne (lansowane zwłaszcza w związku z ostatnimi doniesieniami W. Alvareza o śladach późnokredowej kolizji Ziemi z asteroidem) nie znajdują potwierdzenia — szukać więc należałoby, jego zdaniem, raczej bardziej złożonych przyczyn, być może klimatycznych. Pozostawałoby to w zgodzie z dawniej już wypowiedzianymi poglądami, że i dinozaury wymarły na skutek ochłodzenia klimatu — jednak, jak zauważył Greg Paul z Baltimore, znaleziono ostatnio w Australii szczątki kredowych dinozaurów w utworach typu lodowcowego, co wskazywałoby, że gady te zdolne były do znoszenia mroźnych i śnieżnych zim. Na temat ssaków z najwcześniejszego trzeciorzędu Ameryki Pn., a więc tych, które żyły bezpośrednio po kredowym wymieraniu, mówił David Archibald (Peabody Museum of Natural History, Yale University, New Haven), podobnie jak W. A.

Clemens zwolennik bardziej gradualistycznego modelu procesu wymierania z pogranicza kredy i trzeciorzędu. Omówił on strukturę radiacji adaptatywnej ssaków amerykańskich.

Większość wystąpień uczestników sympozjum poświęcona była dinozaurom. Wciąż żywa kontrowersja dotycząca domniemanej endotermii tych gadów mezozoicznych przeniosła się i do Jadwisina. Trzeba przyznać, że główne emocje już opadły, a większość protagonistów idei „ciepłokrwistych dinozaurów” zajmuje dziś bardziej umiarkowane stanowisko. I tak np. Armand de Ricklès (Université Paris VI), autor pionierskich badań nad zależnością histologii kopalnych kości od fizjologii, który zresztą nie przyjechał do Polski, ale którego tekst odczytany został przez Philippe’a Taqueta z Paryża, twierdzi teraz, że linie przyrostu na poprzecznych szlifach kości dinozaurów są jednak niekiedy widoczne (uczestnicy sympozjum mieli okazję oglądać jeden z takich okazów), a więc nie ma podstaw do przyjmowania typowo ssaczego modelu fizjologii tych zwierząt. W ten sposób, po J. Ostro-mie, który również wycofał swe bezwarunkowe poparcie dla skrajnie endotermicznej interpretacji dinozaurów, obóz „ciepłokrwisty” utracił kolejnego ważnego sprzymierzeńca. Odmawiając dinozaurom (niektórym) typowo ssaczej fizjologii nikt jednak nie odmawia im już dziś znacznego zaawansowania ewolucyjnego, przejawiającego się w dużej złożoności i bogactwie zachowań. I tak Philip Currie z Provincial Museum of Alberta, Edmonton (Kanada), przedstawił interesujące wyniki badań śladów stóp wczesnokredowych dinozaurów, prowadzonych w latach 1975–1979 w Brytyjskiej Kolumbii. Odkryto i opisano tam ok. 1700 tropów należących do ponad 100 osobników. W niektórych przypadkach ślady te sugerują wyraźnie zintegrowaną strukturę stad. Szczególnie duże i szczególnie dobrze zorganizowane były stada hadrozaurów, których sposób życia — jak to niekiedy sugerowano — przypominać mógł zwyczaj afrykańskich antylop. Hadrozaurom poświęcony był również odczyt Halszki Osmólskiej (Zakład Paleobiologii PAN, Warszawa), która przedstawiła wyniki pracy przeprowadzonej wspólnie z Teresą Maryańską z Muzeum Ziemi PAN (Warszawa) nad okazami mongolskimi. Autorki potwierdzają, że hadrozaury były zwierzętami w zasadzie dwunożnymi (wynikało to również z analizy tropów przedstawionej przez Curriego), ale sugerują też, że w razie zagrożenia zwierzęta te chronić się mogły na obszarach podmokłych, gdzie używały też kończyn przednich dla przeciwdziałania zapadaniu się.

Tropom kregowców mezozoicznych poświęcone też było wystąpienie Hartmuta Haubolda z NRD (Geiseltalmuseum, Martin Luther Universität, Halle). Analiza tropów z niemieckiego pstrego piaskowca wskazuje, że pozostawione one zostały przez liczne rodzaje zwierząt, silnie zróżnicowane taksonomicznie i reprezentujące znacznie bogatszy zespół (co najmniej 5 linii w pełni lądowych archozaurów) niż to mogłyby sugerować znane szczątki kostne z tych samych utworów.

Również triasowym (ale z końca tego okresu) skamieniałościom poświęcone było wystąpienie Erica Buffetaut (Université Paris VI), który mówił o swych wykopaliskach na terenie Tajlandii. Odkrył on tam bogate stanowisko kregowców lądowych, które wykazują dość wyraźne związki z fauną Laurazji. Ponieważ Tajlandia (i ogólnie cała południowo-wschodnia Azja) zaliczana jest ostatnio, na podstawie analizy faunistycznej i geologicznej, do Gondwany, przeto wyniki tych prac wskazywać mogą, że kolizja tej części Gondwany z Laurazją miała miejsce przed późnym triasem.

Paleogeograficzne implikacje ma również praca Bernada Battaila (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris), poświęcona gomfodontowym cynodontom — terapsidom wczesnotriasowym, żyjącym na południu Gondwany. Przeprowadzając kladystyczną analizę trzech rodzin tych gadów ssakokształtnych, autor porównuje je z analizą paleogeograficzną, przypisując rozchodzące się linie filogenetyczne

podlegającym separacji kontynentom. Zastosowanie kladystyki jednocześnie do filogenezy i paleogeografii jest „ostatnim krzykiem mody” we współczesnej paleontologii.

Nowym stanowiskom dinozaurów poświęcone były wystąpienia Dana Grigorescu, Philippe'a Taqueta i Zhao Xijina. Grigorescu (Uniwersytet Bukareszteński) przedstawił wyniki prac nad późnokredową fauną basenu Hałęg w Rumunii. Fauna tego stanowiska (które zresztą jest tylko częściowo „nowe”, było bowiem już opracowywane na początku naszego stulecia przez F. Nopcsę) była niegdyś uważana za paleoceńską, ze względu na występujące tam mięczaki słodkowodne. Ponowna, dokładna analiza nie potwierdziła tego poglądu — zdaniem Grigorescu przypisać jej należy wiek późnokredowy. Nie ma więc, jak się zdaje, podstaw, by sądzić, że dinozaury przeżyły „zaklętą” granicę kredy z trzeciorzędem na terenie Rumunii. Nie jest to natomiast, być może, takie pewne w przypadku Chin. Zhao Xijin (Academia Sinica, Pekin) zaszokował zebranych stwierdzeniem (w czasie dyskusji, a nie podczas referatu), że w badanym przez niego stanowisku kręgowców w północnych Chinach szczątki dinozaurów współwystępują ze skamieniałościami eoceńskich ssaków. Odpowiedzi na pytanie, czy mamy więc do czynienia z jakąś późną, reliktową grupą, która przeżyła do trzeciorzędu w izolowanym regionie, czy też chodzi raczej o błąd interpretacyjny, dostarczą może przyszłe badania, które — jak powiedział chiński gość — zaplanowane są na najbliższe lata.

Zagadnieniami lokomocji drapieżnych dinozaurów zajmował się Samuel Tarsitano (Queens College of the City University of New York), który podważył zarówno tradycyjny model, przypisujący teropodom postawę w pełni wyprostowaną, jak i popularny ostatnio pogląd, że wykazywały one postawę „ptasia”. Autor twierdzi, że teropody przyjmowały w biegu pozycję niemal dokładnie poziomą (z ogonem stanowiącym przeciwwagę dla tułowia), co wpływało na konieczność odciążenia przedniej części ciała i mogło doprowadzić do powstania niezwykle zredukowanych, „groteskowych” kończyn przednich, znanych z licznych rekonstrukcji tyranozaura. Zaprezentowane przy tej okazji rekonstrukcje dinozaurów drapieżnych były sugestywne; jednak — gdy chodzi o ekspresję przedstawienia — nie mogły się równać z rysunkami pokazanymi przez wspomnianego już Gregory'ego Paula, ucznia i współpracownika Roberta Bakker'a (The Johns Hopkins University, Baltimore). Paul, zwolennik radykalnej szkoły endotermicznej, zafascynowany — jak sam powiada — dinozaurami i ich życiem, zajął się jednak w swym wystąpieniu przede wszystkim pochodzeniem ptaków w kontekście nowych znalezisk pewnych drobnych teropodów. Porównując czaszkę mongolskiego dinozaura zaurornitoidesa z czaszką archeopteryksa (którego Tarsitano nazywał pieszczotliwie Archie), Paul stwierdził, że ta pierwsza wykazuje więcej cech ptasich niż druga, i należy zapewne do formy bliższej bezpośredniemu przodkowi ptaków niż *Archaeopteryx* (zdaniem Paula zresztą obie formy należą do tej samej grupy wśród teropodów — dromeozaurów, i obie są blisko spokrewnione z przodkiem gromady *Aves*).

Ptacom też poświęcił swoje wystąpienie Andrzej Elżanowski (Uniwersytet Warszawski), który zajął się wyróżnieniem typów ekologicznych wśród ptaków kredowych. Typów takich, jego zdaniem, wydzielić można 5 lub 6, przy czym najczęstsze są formy rybożerne. Pomimo znanego ubóstwa szczątków ptaków ściśle lądowych autor ten nie sądzi, by było to spowodowane realną ich rzadkością, lecz wynika raczej ze względów tafonomicznych. Zwraca też uwagę, że w ewolucji ptaków granica kreda/trzeciorzęd nie zaznacza się jako żadna istotna cezura rozwojowa ani wydarzenie katastroficzne.

O późnokredowych jajach dinozaurów mówiła Grażyna Mierzejewska (Zakład Paleobiologii PAN, Warszawa), która stwierdziła, że pomimo zdwojenia skorupki

na licznych egzemplarzach, trudno jest mówić o zjawisku teratologicznym (jak w przypadku jaj z pd. Francji), gdyż drożność porów jest zachowana. Wskazywałoby to, że rozwój płodów mógł się odbywać w miarę normalnie, co przemawiałoby raczej za adaptacyjną a nie teratologiczną interpretacją tego zjawiska.

Polskie badania w Mongolii były też tematem kilku innych wystąpień. I tak Magdalena Borsuk-Białynicka (Zakład Paleobiologii PAN, Warszawa) przedstawiła analizę kładystyczną i pozycję systematyczną nowych rodzajów jaszczurek z późnej kredy Gobi, a Maria Ziembińska-Tworzydło z Zakładu Paleobotaniki UW omówiła wyniki wspólnej pracy (z Jadwigą Karczewską, Zakład Paleobiologii PAN) nad późnokredowymi *Charophyta* z kotliny Nemegt. Praca ta przynosi nowe dane dotyczące wieku trzech górnokredowych formacji z pustyni Gobi (przypisując starszy, niż dotąd sądzono, wiek omawianym formacjom) i może mieć duże znaczenie dla wniosków paleogeograficznych, a zwłaszcza porównań faun górnokredowych Azji i Ameryki pn. i kierunków migracji ówczesnych kręgowców.

Nie wszyscy, którzy zapowiadali swój przyjazd, zjawili się w Jadwisinie. Nie przyjechał nikt ze Związku Radzieckiego, nie pojawił się też Nikolai Spassov z Bułgarii. Uczestnicy sympozjum otrzymali jednak nadesłane streszczenia przygotowywanych wystąpień, co musiało z konieczności zastąpić osobisty kontakt. Ciekawie zapowiadał się referat N. Spassova z Narodowego Muzeum Historii Naturalnej w Sofii (wygląda na to, że tylko Polska, w całej Europie, jest takiego muzeum pozbawiona), który mówić miał o etologicznych aspektach charakterystycznego elementu szkieletu stegozaurów, jakim są kostne płyty grzbietowe. Tradycyjna interpretacja przypisywała tym płytom znaczenie obronne, nowsza — termoregulacyjne, obie jednak — zdaniem Spassova — pomijały globalną analizę tego problemu, to znaczy taką, która bierze pod uwagę wszystkie tego typu struktury kostne (homoi analogiczne) w obrębie podrzędu *Stegosauria*. Jeśli bowiem z dwóch form, żyjących w takim samym klimacie, tylko jedna (*Stegosaurus*) ma płyty grzbietowe odpowiadające postulowanym narządom termoregulacyjnym, gdy druga (*Kentrosaurus*) ma zamiast tego ostre kolce, które nie mogą raczej pełnić podobnych funkcji, to rodzi się pytanie, czy nie trzeba poszukać innej interpretacji. Zdaniem autora interpretacja taka odwoływać się powinna do zjawisk z dziedziny interakcji wewnątrzgatunkowych, widząc w tego typu strukturach elementy związane z rytualnymi walkami terytorialnymi i hierarchicznymi lub też paradami godowymi. Tłumaczenie takie (które zresztą nie wyklucza wcześniejszych hipotez) pozostaje w każdym razie w zgodzie z nowym spojrzeniem na dinozaury, podkreślającym bogactwo ich zachowań społecznych i rodzinnych.

Z kolei Michael Szyszkin wraz ze współpracownikami z Akademii Nauk ZSRR w Moskwie przedstawić miał syntezę radzieckich znalezisk kręgowców morskich, słodkowodnych i lądowych z triasu europejskiej części ZSRR, co spotkałoby się zapewne z dużym zainteresowaniem uczestników sympozjum zważywszy na jakość, znaczenie i stosunkowo słabą znajomość (zwłaszcza u Anglosasów) zbiorów radzieckich. Wreszcie T. Jurcsák i E. Popa z Rumunii przysłali informację o nowym interesującym znalezisku wczesnokredowych dinozaurów w Bihorze w Siedmiogrodzie. Jest to trzecie już, znaczące odkrycie mezozoicznych gadów lądowych Rumunii, a pośrednie pod względem wieku — po środkowotriasowym stanowisku z okolic miejscowości Alesd i późnokredowym z basenu Hațeg.

Sympozjum zakończyło się pięknym, w podniosłym tonie wygłoszonym i wzruszającym (zwłaszcza dla polskich uczestników) przemówieniem prof. K. A. Kermacka z Wielkiej Brytanii, i nadzieją na przyszłe spotkanie, które — jak wszystko dobrze pójdzie — odbędzie się za trzy lata w RFN, przypuszczalnie w Tybindze.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Збигнев Вуцик</i> — Воспоминание Профессора Казимиежа Масьлянкиевича	3
<i>Владзимеж Михайлов</i> — Морфологические проблемы коэволюции в животном Мире	9
<i>Ян Сюта</i> — Способы охраны и рекультивации почв Люблинского угольного бассейна	21
<i>Крыстына Мадзиара-Борусевич</i> — Насекомые и изменения в лесных биогеоценозах	33
<i>Барбара Пиновска, Ян Пиновски</i> — Влияние ртути и кадмия на зерноядные и хищные птицы	39
<i>Станислав Гжесюк, Кшыштоф Кулька</i> — Нуклеиновые кислоты во время формирования и созревания семян	51
<i>Юзеф Банашак, Кшыштоф Каспжак</i> — Вопросы хозяйствования на сельских территориях	57
<i>Станислав Ракуса-Сущевски</i> — Научная экспедиция в Антарктику в рамках международной программы Biomass-Fibex 1981	71
<i>Кшыштоф Зелиньски</i> — Необходима ли смерть балтийского моря?	81
<i>Валенты Москва, Данута Эртель</i> — Заметки по поводу „Биоэлектроники” В. Седляка	99
<i>Марцин Рышкевич</i> — Заговор в Музее естественной истории — продолжение	109

CONTENTS

<i>Zbigniew Wójcik</i> — Memorial of Professor Kazimierz Maślankiewicz	3
<i>Włodzimierz Michajłow</i> — Morphological problems of co-evolution in the animal world	9
<i>Jan Siuta</i> — Landreclamation in Lublin Coal Region	21
<i>Krystyna Madziara-Borusiewicz</i> — Insects and changes in the forest ecosystems	33
<i>Barbara Pinowska, Jan Pinowski</i> — The effect of mercury and cadmium on granivorous and predatory birds	39
<i>Stanisław Grzesiuk, Krzysztof Kulka</i> — Nucleic acids during formation and ripening of seeds	51
<i>Józef Banaszak, Krzysztof Kasprzak</i> — Problems of the managing on the rural areas	57
<i>Stanisław Rakusa-Suszczewski</i> — Scientific Expedition to Antarctica within the framework of the International Programme FIBEX/BIOMASS-1981	71
<i>Krzysztof Zieliński</i> — Has the Baltic Sea to die?	81
<i>Walenty Moskwa, Danuta Ertel</i> — Some comments on “Bioelectronics” from W. Sedlak	99
<i>Marcin Ryszkiewicz</i> — The plot in the British Museum (Natural History) continued	109

SPIS TREŚCI

Zbigniew Wójcik — Wspomnienie o Profesorze Maślankiewicz	3
Włodzimierz Michajłow — Morfologiczne problemy koewolucji w świecie zwierzęcym	9
Jan Siuta — Sposoby ochrony i rekultywacji gleb Lubelskiego Zagłębia Węglowego	21
Krystyna Madziara-Borusiewicz — Owady a zmiany zachodzące w ekosystemach leśnych	33
Barbara Pinowska, Jan Pinowski — Wpływ rtęci i kadmu na ptaki ziarnojady i ptaki drapieżne	39
Stanisław Grzebiuk, Krzysztof Kulka — Kwasy nukleinowe w formowaniu i dojrzewaniu nasion	51
Józef Banaszak, Krzysztof Kasprzak — Problemy gospodarowania na obszarach wiejskich	57
Stanisław Rakusa-Suszczewski — Wyprawa naukowa do Antarktyki w ramach międzynarodowego programu FIBEX/BIOMASS 1981	71
Krzysztof Zieliński — Czy Bałtyk musi umrzeć?	81

DYSKUSJA I KRYTYKA

Walenty Moskwa, Danuta Ertel — Głos w dyskusji o „Bioelektronice” W. Sedlaka	99
Kazimierz Lech Wierchowski — Jeszcze raz w sprawie „Bioelektroniki” W. Sedlaka	109
Marcin Ryszkiewicz — Spisku w Muzeum Historii Naturalnej ciąg dalszy	113

RECENZJE

Wiesław Stawiński — P. J. Kelly, G. Schaefer (red.) — Biological Education for Community Development	123
J. Stanisław Knypl — Robert J. Weaver — Plant Growth Substances in Agriculture	130

KRONIKA NAUKOWA

Barbara Płytycz — Odrodzenie lamarkizmu w immunologii; Bożydar Szabuniewicz — Ewolucja i klasyfikacja komórek według molekularnej struktury rybosomowych podjednostek 16 S rRNA; Wiktor Janusz Pajor — Nowe badania nad biomechanizmem nerwowo-hormonalnej kontroli sekrecji żółdkowej; W.M. — Znaczenie genetyki dla ludzkości dzisiaj; W.M. — Ekologia i nauki techniczne	133
---	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

<i>Krzysztof Kasprzak</i> — Działalność naukowa Grupy Tematycznej „Przyrodnicze zasady kształtowania krajobrazu rolniczego w warunkach intensywnej gospodarki rolnej w Wielkopolsce” w latach 1976—1980 . . .	143
---	-----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Włodzimierz Michajłow</i> — Ekologia w praktyce	149
<i>Jacek M. Szymura</i> — Sympozjum ewolucyjne w Bremie	157
<i>Marcin Ryszkiewicz</i> — Drugie Międzynarodowe Sympozjum nt. Lądowych Ekosystemów Mezozoiku	159

SPIS TREŚCI ROCZNIKA 1982

	nr	str.
<i>Banaszak Józef, Kasprzak Krzysztof</i> — Problemy gospodarowania na obszarach wiejskich	1—2	57
<i>Golinowski Władysław</i> — Profesor dr hab. Tadeusz Gorczyński (1905—1982)	3—4	171
<i>Grzebiuk Stanisław, Kulka Krzysztof</i> — Kwasy nukleinowe w formowaniu i dojrzewaniu nasion	1—2	51
<i>Ignatowicz Stanisław</i> — Genetyczne zwalczanie szkodników: metoda J. A. Downesa	3—4	211
<i>Ignatowicz Stanisław</i> — Niezgodność plazmatyczna — autocydalna metoda zwalczania szkodników	5—6	361
<i>Kasprzak Krzysztof</i> — Badania hydrobiologiczne jeziora Balaton	5—6	377
<i>Kozłowski Marek W.</i> — Elektroantennogram — metoda wglądu w zdolności percepcyjne owadów wobec zapachowych składników środowiska	5—6	335
<i>Łastowski Krzysztof, Nowak Leszek</i> — Galileusz nauk biologicznych	3—4	195
<i>Madziara-Borusiewicz Krystyna</i> — Owady a zmiany zachodzące w ekosystemach leśnych	1—2	33
<i>Michajłow Włodzimierz</i> — Kazimierz Petruszewicz (1906—1982)	3—4	173
<i>Michajłow Włodzimierz</i> — Morfologiczne problemy koewolucji w świecie zwierzęcym	1—2	9
<i>Michalik Stefan</i> — Projektowany park narodowy w Beskidzie Niskim	3—4	219
<i>Mizianły Marta</i> — Wzory prążkowe chromosomów roślinnych	5—6	315
<i>Pinowska Barbara, Pinowski Jan</i> — Wpływ rtęci i kadmu na ptaki ziarnojady i ptaki drapieżne	1—2	39
<i>Raczyńska-Bojanowska Konstancja</i> — Aspekty regulacyjne w selekcji drobnoustrojów przemysłowych	3—4	185
<i>Rakusa-Suszczewski Stanisław</i> — Wyprawa naukowa do Antarktyki w ramach międzynarodowego programu FIBEX/BIOMASS 1981	1—2	71
<i>Siuta Jan</i> — Sposoby ochrony i rekultywacji gleb Lubelskiego Zagłębia Węglowego	1—2	21
<i>Szarski Henryk</i> — Ewolucja długości życia człowieka	5—6	307
<i>Szarski Henryk</i> — Losy darwinizmu w pierwszej połowie XX stulecia	3—4	177
<i>Wachowicz Barbara</i> — Wpływ odżywiania na funkcje hemostatyczne krwinki płytkowej	5—6	325
<i>Wójcik Zbigniew</i> — Wspomnienie o Profesorze Kazimierzu Maślankiewicz	1—2	3
<i>Wróbel Andrzej, Kossut Małgorzata</i> — Fizjologia układu nerwowego — nagroda Nobla 1981	5—6	349
<i>Zieliński Krzysztof</i> — Czy Bałtyk musi umrzeć?	1—2	81

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Moskwa Walenty, Ertel Danuta</i> — Głos w dyskusji o „Bioelektronice” W. Sedlaka	1—2	99
<i>Ryszkiewicz Marcin</i> — Spisku w Muzeum Historii Naturalnej ciąg dalszy	1—2	113
<i>Ślawiński Janusz</i> — Promieniowanie żywych organizmów a koncepcje bioelektroniki	3—4	225
<i>Stawiński Wiesław</i> — Dokąd zmierza nauczanie biologii w liceach ogólnokształcących?	5—6	393

<i>Wierzchowski Kazimierz Lech</i> — Jeszcze raz w sprawie „Bioelektroniki” W. Sedlaka	1—2	109
<i>Wolański Napoleon, Siniarska Anna</i> — O zawodności niektórych biologicznych kryteriów oceny „dobroci” ekosystemów miejskich	3—4	229
<i>Wroński Stanisław</i> — O redukcjonizmie w biologii i sposobach jego przezwyciężania	5—6	385

RECENZJE

<i>Białobok Stefan</i> — W. Strojny, Nasze drzewa	3—4	251
<i>Gawłowska Jadwiga</i> — I. Turowska, J. Kozłowski, L. Golecz, Zarys zielarstwa — problemy współczesne	3—4	248
<i>Kasprzak Krzysztof</i> — Z. Kajak, Eutrofizacja jezior	5—6	406
<i>Knypl J. Stanisław</i> — R. J. Weaver, Plant Growth Substances in Agriculture	1—2	130
<i>Lastowski Krzysztof</i> — J. Cieślik, Wielopoziomowy rozwój populacji i osobnika w ontogenezie	3—4	244
<i>Mowszowicz Jakub</i> — G. Franke, K. Hammer, P. Hanelt, H. A. Ketz, G. Natho, H. Reinbothe, Früchte der Erde	5—6	409
<i>Mowszowicz Jakub</i> — W. W. Suworow, I. N. Woronowa, Botanika s osnovami geobotaniki	5—6	408
<i>Mowszowicz Jakub</i> — V. Wetvicka, Pflanzen in Feld und Wald	5—6	409
<i>Ochyra Ryszard</i> — G. C. S. Clarke, J. G. Duckett (red.) Bryophyte Systematics	5—6	408
<i>Ochyra Ryszard</i> — H. A. Crum, L. E. Anderson, Mosses of Eastern North America, Vol. 1, 2	3—4	254
<i>Ochyra Ryszard</i> — E. A. Farr, J. A. Leussink, F. A. Stafleu (red.), Index Nominum Genericorum Plantarum, Vol. 1—3. Regnum vegetabile 100—102	3—4	253
<i>Przybylski Tadeusz, Szczepka Maciej Z.</i> — A. Sendek, Analiza antropogenicznych przemian w szacie roślinnej Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego	3—4	239
<i>Sendek Andrzej</i> — Odpowiedź na recenzję pracy pt. Analiza antropogenicznych przemian w szacie roślinnej Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego	3—4	243
<i>Skibińska Ewa</i> — M. M. Douglas, Thermoregulatory Significance of Thoracic Lobes in the Evolution of Insect Wings	3—4	256
<i>Stawiński Wiesław</i> — P. J. Kelly, G. Schaefer (red.), Biological Education for Community Development	1—2	123
<i>Szarski Henryk</i> — D. Ospovat, The Development of Darwin's Theory. Natural history, natural theology, and natural selection (1838—1859)	5—6	403
<i>Wojewoda Władysław</i> — L. Järva, E. Parmasto, Eesti scente koodnimestik	3—4	255
<i>Wróblewski Ryszard</i> — Władysław J. H. Kunicki-Goldfinger, Podstawy biologii. Od bakterii do człowieka	3—4	233

KRONIKA NAUKOWA

<i>Czechowski Wojciech</i> — Mrówcze turnieje	3—4	262
<i>Durska Ewa</i> — Segmentacja w świecie zwierząt	3—4	270
<i>W. M.</i> — Ekologia i nauki techniczne	1—2	141
<i>W. M.</i> — Kompleksowość i związek z praktyką	3—4	259
<i>W. M.</i> — Perspektywy dalszego rozwoju Programu UNESCO „Człowiek i biosfera” (MaB)	3—4	263
<i>W. M.</i> — Program Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody i Jej Zasobów na lata 1982—1984	3—4	268

<i>W. M.</i> — Uchwały XV sesji Zgromadzenia Ogólnego Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody i Jej Zasobów	3—4	266
<i>W. M.</i> — W związku z dziesięcioleciem Programu UNESCO „Człowiek i biosfera”	3—4	259
<i>W. M.</i> — Znaczenie genetyki dla ludzkości dzisiaj	1—2	139
<i>Pajor Wiktor Janusz</i> — Nowe badania nad biomechanizmem nerwowo-hormonalnej kontroli sekrecji żołądkowej	1—2	138
<i>Plytycz Barbara</i> — Odrodzenie lamarkizmu w immunologii	1—2	133
<i>Szabuniewicz Bożydar</i> — Ewolucja i klasyfikacja komórek według molekularnej struktury rybosomowych podjednostek 16 S rRNA	1—2	136
<i>Szabuniewicz Bożydar</i> — „Rozpoznawanie się” glonów i liści paproci	5—6	413
<i>Szabuniewicz Bożydar</i> — Translacyjna przepuszczalność mutantów -1/+1 mitochondriów drożdży	5—6	414

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

<i>Kasprzak Krzysztof</i> — Działalność naukowa Grupy Tematycznej „Przyrodnicze zasady kształtowania krajobrazu rolniczego w warunkach intensywniej gospodarki rolnej w Wielkopolsce” w latach 1976—1980	1—2	143
<i>Krzymowski Tadeusz</i> — Stan placówek i badań z zakresu fizjologii zwierząt użytkowych w 1981 r.	3—4	273
<i>Wasilewska Lucyna</i> — Pietrozawodsk — ośrodek nauk biologicznych radzieckiej Karelii	3—4	277
<i>W. M.</i> — Komisja Planowania Środowiska	3—4	279

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Białobok Stefan</i> — IV Wojewódzka Wystawa — Ochrona i kształtowanie środowiska	3—4	281
<i>Dobrowolski Jan W.</i> — Światowe forum nt. ochrony środowiska i geokancerologii	5—6	417
<i>Kasprzak Krzysztof</i> — Sympozjum nt. Warunki meteorologiczne a zbiorniki wodne	3—4	283
<i>Michajłow Włodzimierz</i> — Ekologia w praktyce (Paryż 22—29 IX 1981)	1—2	149
<i>Ryl Beata, Sell Danuta</i> — II Ogólnopolskie Sympozjum Zoologów Gleby nt. Badania zoologiczno-glebowe w aspekcie ochrony gleb i ekosystemów	3—4	292
<i>Ryszkiewicz Marcin</i> — Drugie Międzynarodowe Sympozjum nt. Lądowych Ekosystemów Mezozoiku	1—2	159
<i>Siniarska Anna</i> — Czy istnieje konieczność formowania teorii ogólnobiologicznych? (Spotkanie naukowe nt. problemów współczesnej biologii)	3—4	287
<i>Szumiec Maria</i> — Sympozjum nt. Oddziaływanie czynników meteorologicznych na źródłowe zbiorniki wodne	5—6	419
<i>Szymura Jacek M.</i> — Sympozjum ewolucyjne w Bremie	1—2	157

MISCELLANEA

XII Olimpiada Biologiczna dla uczniów szkół średnich w roku szkolnym 1983/1984 pod hasłem „Życie a chemizacja środowiska”	3—4	299
---	-----	-----

INDEKS AUTORÓW

(numer zeszytu, *strona*)

- Banaszak Józef, 1—2, 57
 Białobok Stefan, 3—4, 251, 281
 Czechowski Wojciech, 3—4, 262
 Dobrowolski Jan W., 5—6, 417
 Durska Ewa, 3—4, 270
 Ertel Danuta, 1—2, 99
 Gawłowska Jadwiga, 3—4, 248
 Golinowski Władysław, 3—4, 171
 Grzesiuk Stanisław, 1—2, 51
 Ignatowicz Stanisław, 3—4, 211; 5—6, 361
 Kasprzak Krzysztof, 1—2, 57, 143; 3—4, 283; 5—6, 377, 406
 Knypl J. Stanisław, 1—2, 130
 Kossut Małgorzata, 5—6, 349
 Kozłowski Marek W., 5—6, 335
 Krzymowski Tadeusz, 3—4, 273
 Kulka Krzysztof, 1—2, 51
 Lastowski Krzysztof, 3—4, 195, 244
 Madziara-Borusiewicz Krystyna, 1—2, 33
 Michajłow Włodzimierz, 1—2, 9, 149; 3—4, 173
 Michalik Stefan, 3—4, 219
 Mizianty Marta, 5—6, 315
 Moskwa Walenty, 1—2, 99
 Mowszowicz Jakub, 5—6, 408, 409
 Nowak Leszek, 3—4, 195
 Ochrya Ryszard, 3—4, 253, 254; 5—6, 408
 Pajor Wiktor Janusz, 1—2, 138
 Pinowska Barbara, 1—2, 39
 Pinowski Jan, 1—2, 39
 Płytycz Barbara, 1—2, 133
 Przybylski Tadeusz, 3—4, 239
 Raczyńska-Bojanowska Konstancja, 3—4, 185
 Rakusa-Suszczeński Stanisław, 1—2, 71
 Ryl Beata, 3—4, 292
 Ryszkiewicz Marcin, 1—2, 113, 159
 Sell Danuta, 3—4, 292
 Sendek Andrzej, 3—4, 243
 Siniarska Anna, 3—4, 229, 287
 Siuta Jan, 1—2, 21
 Skibińska Ewa, 3—4, 256
 Sławiński Janusz, 3—4, 225
 Stawiński Wiesław, 1—2, 123; 5—6, 393
 Szabuniewicz Bożydar, 1—2, 136; 5—6, 413, 414
 Szarski Henryk, 3—4, 177; 5—6, 307
 Szczepka Maciej Z., 3—4, 239
 Szumiec Maria A., 5—6, 419
 Szymura Jacek M., 1—2, 157
 Wachowicz Barbara, 5—6, 325
 Wasilewska Lucyna, 3—4, 277
 Wierchowski Kazimierz Lech, 1—2, 109
 W. M., 1—2, 139, 141; 3—4, 259, 263, 266, 268, 279
 Wojewoda Władysław, 3—4, 255
 Wołański Napoleon, 3—4, 229
 Wójcik Zbigniew, 1—2, 3
 Wroński Stanisław, 5—6, 385
 Wróbel Andrzej, 5—6, 349
 Wróblewski Ryszard, 3—4, 233
 Zieliński Krzysztof, 1—2, 81

