

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XXV

WARSZAWA 1976

ZESZYT 1(138)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXV

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 1 (138)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1976

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

prof. dr Tadeusz Gorczyński, prof. dr Kazimierz Petruszewicz,
prof. dr Adam Urbanek
redaktor naczelny: *prof. dr Włodzimierz Michajłow*
sekretarz: *mgr Jadwiga Kwiatkowska*

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

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1130+120, ark. wyd. 8,5, ark. druk 6+roczny spis treści

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

Oddano do składania 26.XI.75 r. Podpisano do druku 12.II.76 r.

Druk ukończono w lutym 1976

Zam. 608/75

J-55

Cena zł 15,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

STANISŁAW KULCZYŃSKI

(9.V.1895—12.VII.1975)

Działalność Stanisława Kulczyńskiego w wielkiej mierze zaważyła na rozwoju botaniki polskiej w minionym półwieczu. Uczony wszechstronny i oryginalny, łączący ścisłość metodyczną ze śmiałością i polotem koncepcji, z powodzeniem podejmował tematykę trudną i nowatorską. Wybiegał przy tym niejednokrotnie daleko naprzód: jego prace nad matematyzacją metod fitosocjologicznych o 40 lat wyprzedziły dzisiejszy rozkwit tego kierunku. Unikał przyczynkarstwa — niemal każda jego publikacja zmierzała do rozwiązania jakiegoś jasno sprecyzowanego problemu. O żywotności koncepcji Kulczyńskiego świadczy fakt, że po dziś dzień grono jego uczniów rozwija nadal zapoczątkowane przezeń kierunki.

Stanisław Kulczyński wyszedł z krakowskiego środowiska naukowego. Już jako uczeń szkoły średniej zetknął się z pracą badawczą i w dużym stopniu opanował pojęcia i metody systematyki biologicznej. Zawdzięczał to swemu ojcu, Władysławowi, znakomitemu arachnologowi, autorowi wielu cenionych prac, m.in. klasycznej monografii pajaków Węgier. W okresie studiów we Wszechnicy Jagiellońskiej młody Kulczyński jako student pierwszego roku znalazł się w pracowni Mariana Raciborskiego, zaangażowany do prac nad atlasem flory polskiej (1913 r.). Wyróżnienie to zawdzięczał swemu przygotowaniu systematycznemu i wybitnym uzdolnieniom rysunkowym. Wpływ znakomitego profesora zaważył na zmianie kierunku zainteresowań jego ucznia: od zoologii przeszedł Stanisław Kulczyński do botaniki, którą zajmował się potem przez pół wieku.

Po przerwie, spowodowanej wydarzeniami wojennymi, ukończył Stanisław Kulczyński studia uniwersyteckie i uzyskał dyplom doktorski w 1919 r. Przez 5 lat pracował następnie jako adiunkt w kierowanym przez Władysława Szafera Instytucie Botanicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego (a ściślej — w należącym do tego Instytutu Ogrodzie Botanicznym). Prowadził intensywną działalność badawczą; brał też czynny udział w tworzeniu naukowych i organizacyjnych podstaw ochrony przyrody w Polsce jako pierwszy sekretarz centrali Państwowej Rady Ochrony Przyrody (tzw. Biura Delegata Ministra WR i OP do Spraw Ochrony Przyrody) w Krakowie (1920—1924).

W roku 1924, po habilitacji z zakresu systematyki i geografii roślin, opuścił na stałe Kraków, obejmując stanowisko profesora nadzwyczajnego w Uniwersytecie Jana Kazimierza we Lwowie. Zorganizowawszy na nowo tamtejszy Instytut Botaniczny rozpoczął szeroko zakrojone badania florystyczne, systematyczne i geobotaniczne. Szczególną wagę miały przy tym dwa przedsięwzięcia naukowe: rozpoczęcie wydawania „Atlasu Flory Polskiej” i zespolowe badania nad torfowiskami Polesia; ważnym wydarzeniem było również założenie przez Kulczyńskiego „Ogrodu Flory Polskiej”. Równocześnie rozwijał Stanisław Kulczyński ożywioną działalność społeczną i organizacyjną: pracował nadal czynnie na polu ochrony przyrody, redagował w latach 1932—1939 serię A „Kosmosu”, w latach

1934—1935 był dziekanem Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Uniwersytetu Jana Kazimierza, a w latach 1936—1937 — rektorem tej uczelni. Doświadczenie i powszechny szacunek, jakie wówczas zdobył, pomogły mu wiele w powojennym Wrocławiu, gdzie wraz z gronem swych lwowskich kolegów budował polskie szkolnictwo wyższe.

Po klęsce wrześniowej pozostał Stanisław Kulczyński początkowo we Lwowie, pracując nadal na stanowisku profesora w uruchomionym przez władze radzieckie uniwersytecie. Wkroczenie Niemców w 1941 r. zmusiło go do opuszczenia Katedry, a rychło potem (w 1942 r.) do przeniesienia się na wieś podkrakowską, gdzie schronił się przed grożącymi represjami. I wówczas jednak nie przerwał działalności badawczej, przygotowując (dotąd niestety nie opublikowane) opracowania z zakresu florystycznej geografii roślin.

Lata powojenne były dla Stanisława Kulczyńskiego przede wszystkim okresem ożywionej działalności organizacyjnej, społecznej i państwowej. Już w maju 1945 r. znalazł się w zrujnowanym Wrocławiu i z ogromną energią przystąpił do podnoszenia z gruzów uniwersytetu i politechniki, w których następnie przez 6 lat pełnił obowiązki rektora. Równocześnie coraz silniej angażował się w pracę polityczną w łonie Stronnictwa Demokratycznego i w pracę państwową — kolejno na stanowiskach posła do Krajowej Rady Narodowej i Sejmu, wicemarszałka Sejmu i zastępcy przewodniczącego Rady Państwa. Obowiązki te pochłonięły go w końcu całkowicie, nie pozostawiając niemal zupełnie marginesu na pracę badacza i nauczyciela. Nic więc dziwnego, że po śmierci Stanisława Kulczyńskiego wyeksponowano szczególnie mocno tę właśnie stronę jego działalności. W pamięci licznej rzeszy przyrodników polskich pozostanie on jednak przede wszystkim jednym z najwybitniejszych przedstawicieli pokolenia wielkich profesorów, którzy dwukrotnie — po pierwszej i po drugiej wojnie światowej — budowali od nowa naukę w niepodległej Polsce.

Niepodobna jest w krótkim szkicu omówić i przeanalizować całą twórczość naukową Stanisława Kulczyńskiego; można jedynie podkreślić niektóre, najważniejsze jej momenty. Był więc po pierwsze Kulczyński wybitnym systematykiem roślin. Tej dziedziny dotyczyła jego rozprawa doktorska („*Studia systematyczno-geograficzne nad gwoździkami*” 1919), do tej dziedziny należą opracowania trzech rodzin (*Iridaceae*, *Caryophyllaceae* i *Cruciferae*) w tomie I, II i III „*Flory polskiej*” (1919, 1921, 1927), do tej dziedziny wreszcie odnosi się najznakomitsze i najwyższe w świecie cenione ze wszystkich polskich wydawnictw botaniczno-systematycznych — „*Atlas flory polskiej*”, zapoczątkowany przez Stanisława Kulczyńskiego w 1930 r. i prowadzony przezeń do 1939 r., a po wojnie z powodzeniem kontynuowany przez jego ucznia, Józefa Małalskiego. Najszerszej znaną w kraju pozycją w dorobku Kulczyńskiego-systematyka są niewątpliwie napisane przezeń wspólnie z Władysławem Szaferem i Bogumiłem Pawłowskim „*Rośliny polskie*” (1. wydanie 1924, 2. wydanie 1953 z licznymi późniejszymi przedrukami) — książka, na której wychowało się kilka generacji botaników polskich i która do dziś nie straciła swego znaczenia.

Stanisław Kulczyński wniósł również poważny wkład w rozwój geografii roślin, a przede wszystkim jej kierunku historycznego. W cyklu zainicjowanych przez Mariana Raciborskiego studiów nad elementami flory polskiej rozprawa habilitacyjna Kulczyńskiego o borealnym i arktyczno-górskim elemencie we florze Europy Środkowej (1924) sta-

nowi pozycję szczególnie cenną, która weszła na trwałe do dorobku fitogeografii europejskiej. Dalszym konsekwentnym krokiem, pogłębiającym studia zasięgowe, są prace Kulczyńskiego o florach interglacialnych (1928) i glacialnych (1932) — ostatnia ceniona zwłaszcza za precyzję w zakresie oznaczania materiałów kopalnych.

Kulczyński-fitosocjolog to przede wszystkim poszukiwacz nowych rozwiązań metodycznych. Porównawczo-opisowy sposób wyróżniania i klasyfikowania typów roślinności, rozwijany przez szkołę Josiasa Braun-Blanquet, a przeszczepiony na grunt polski przez Władysława Szafera, pragnął dopełnić obiektywnymi metodami statystycznymi. Był do tego szczególnie predysponowany ze względu na swój nieprzeciętny talent matematyczny, szeroką wiedzę i zainteresowania w tym zakresie. W monografii zespołów roślinnych Pienin (1928) przedstawił po raz pierwszy w literaturze światowej w pełni konsekwentną próbę takiego opracowania, stosując przejętą od Jana Czekanowskiego metodę korelacji współczynników (tzw. „analizy różniczkowej”). Monografia pienińska dała początek licznej serii podobnych opracowań, wykonanych przez uczniów Kulczyńskiego. Osiągnięcia „lwowskiej szkoły geobotanicznej”, jak ją wkrótce nazwano, nie znalazły początkowo szerszego oddźwięku, przede wszystkim ze względu na niezwykle żmudną technikę obliczeniową. Dopiero w dobie maszyn elektronicznych „odkryto” je dla nauki światowej i dziś nie ma poważnego podręcznika czy opracowania przeglądowego z zakresu numerycznej taksonomii zbiorowisk roślinnych, które nie wymieniałyby nazwiska Kulczyńskiego jako jednego z najwybitniejszych inicjatorów tego kierunku.

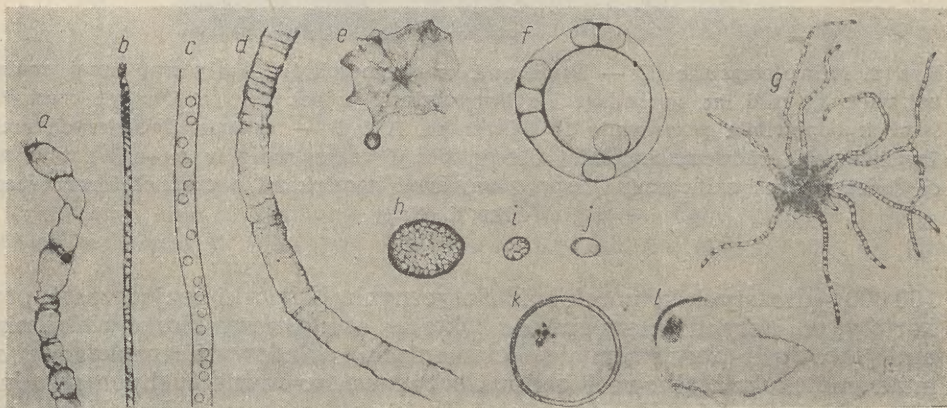
Ostatnim, najobszerniejszym i chyba najważniejszym rozdziałem w działalności naukowej Stanisława Kulczyńskiego są jego badania nad budową i życiem torfowisk oraz genezą złóż pochodzenia roślinnego. Od roku 1929 aż do wybuchu drugiej wojny światowej obiektem zainteresowań Kulczyńskiego i licznej grupy jego współpracowników były bagna poleskie. Badania nad nimi stworzyły podstawę dla późniejszej melioracji tego terenu; ich owocem naukowym stała się obszerna monografia torfowisk Polesia, ogłoszona najpierw po polsku (1939—1940 — ukończenie druku już w warunkach konspiracyjnych), a następnie po angielsku (1949), po dziś dzień nie mająca sobie równej w całej literaturze światowej. Rozwinięciem dociekań nad torfowiskami i przeniesieniem ich w geologiczną przeszłość stała się rozprawa o genezie karbonifikacji złóż węglowych (1952), ostatnie z wielkich dzieł, opublikowanych przez Stanisława Kulczyńskiego. Niezmiernie interesujące koncepcje i uogólnienia, dotyczące zastosowania teorii mnogości i topologii w naukach biologicznych (a zwłaszcza w morfologii i anatomii porównawczej), jakie rozwijał w latach późniejszych, nie doczekały się niestety pełnego ogłoszenia drukiem — znamy je dziś jedynie z krótkiego szkicu (1945) oraz przekazu uczniów Kulczyńskiego¹.

Jan Kornaś

¹ Por. Krawiecowa A., Stanisław Kulczyński, *Nauka Polska* 9 (1961, 4: 83—90).

INICJALNE MECHANIZMY ROZWOJU FOTOSYNTEZY

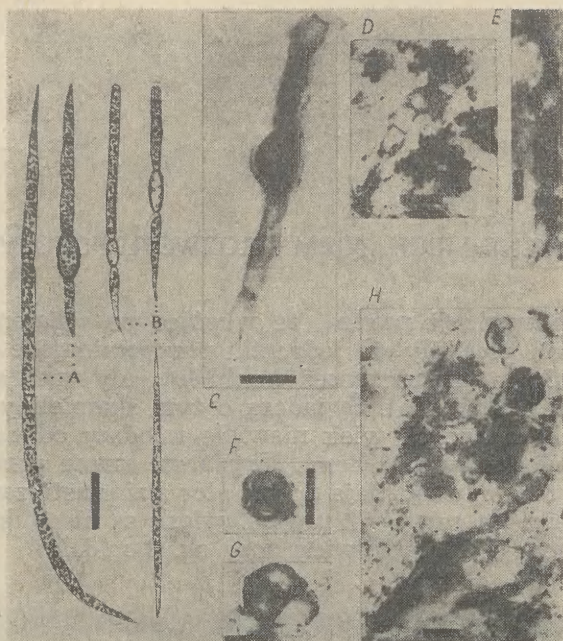
Nauka o bioewolucji poucza, że wkrótce po ustaleniu się skorupy, w wodach Ziemi pojawiły się jednostki przypominające dzisiejsze sinice i bakterie. Miało to miejsce przed 3 mld lat, gdy wiek samej Ziemi był rzędu tylko ok. 1,5 mld lat. Świadczą o tym skamieliny bardzo starych skał osadowych, mających wiek niewiele młodszy od najstarszych znanych dotąd skał ogniwych Ziemi. Najstarsze znane skamieliny o wieku przekraczającym 3 mld lat mają postać sfer z ziarnistą zawartością i tworów włóknistych. Na rys. 1 i 2 przedstawione są nieco doskonalsze organizacyjnie formacje, których wiek liczy ok. 2 mld lat.



Rys. 1. Rysunki wykonane według mikrofotografii skrawków chertu, skały kwarcowej, mającej wiek ok. 2 mld lat, pochodzącej z formacji Gunflint. Według E. S. Barghoorn

Badania skał osadowych różnego wieku wskazują, że przez przeciąg ok. 2 mld lat postać bezjądrowych komórek pozostawała bez wydatniejszych zmian. Dopiero 1 czy 1,5 mld lat temu zaczęły pojawiać się nowe formy. Najpierw przypominały one dzisiejsze pojedyncze komórki jądrowe, potem ich kolonijne zespoły, a następnie w burzliwy sposób ukazywały się liczne żyjące w wodzie formy roślin i zwierząt, zaś jakieś 500 mln lat temu także pierwotne, potem współczesne formy roślin i zwierząt lądowych.

Komórka jest prosta w porównaniu z organizmem naszym lub wyższej rośliny. Natomiast biologicznie i biomolekularnie jest to organizm wysoce złożony. Pewne wyobrażenie o stopniu złożoności może dać liczebność elementów składowych. Tak np. organizm stułbi liczy ok.



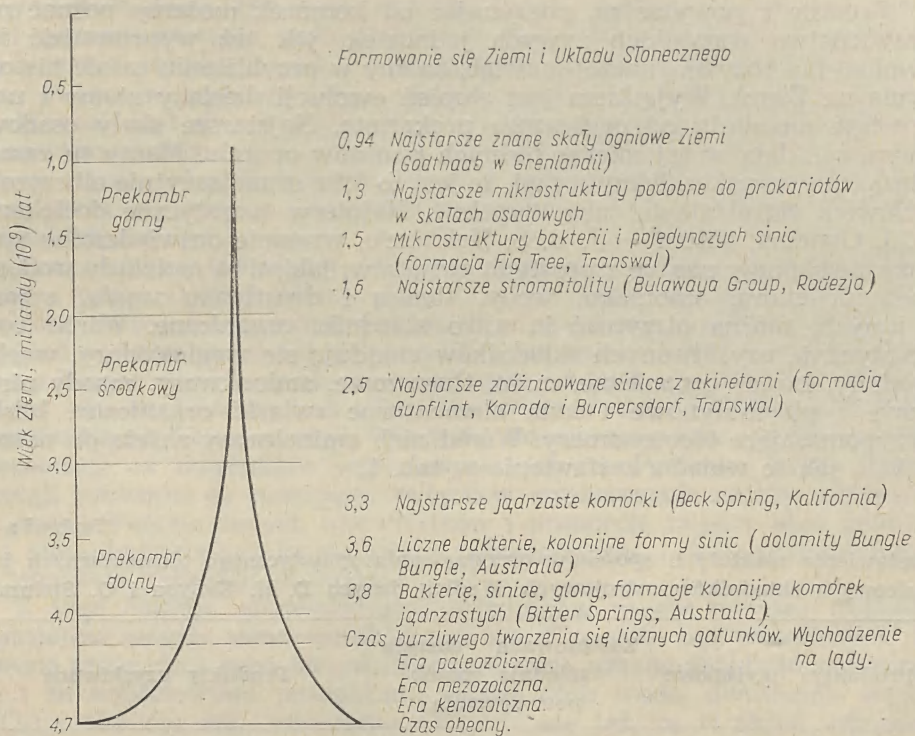
Rys. 2. Mikrofotografie (C — H) skrawków stromatolitów, skały wapiennej, mającej wiek 2,2 mld lat, pochodzącej z Burgersdorp w poł. Afryce. Długość czarnych sztabek odpowiada przeważnie 10 mikronom. A i B — rysunki dzisiejszych sinic *Raphidiopsis*, śródziemnomorskiej i indyjskiej. Owalne twory w A — E i w H nie są jądrami, lecz akinetami, tj. spoczywającymi komórkami o czynności rozrodczej.

Według L. Nagy

100 000 jądrzastych komórek eukariotycznych. Komórki bezjądrzaste, prokarioty, do których należą sinice i bakterie, są z grubsza biorąc tysiąc razy mniejsze. Jeśli przyjmiemy, że elementami składowymi prokariota są makromolekuły białkowe i polinukleotydowe, to masie suchych składników takiej komórki odpowiadałoby ok. 10 mld makromolekuł. Każda zaś z tych ostatnich ma ciężar rzędu setek tysięcy i milionów daltonów:

Stułbia zawiera w swej strukturze	10^5 eukariotów
Eukariot odpowiada masie	10^3 prokariotów
Prokariot ma masę będącą odpowiednikiem	10^{10} makromolekuł
Makromolekuła ma w swej strukturze około	10^5 atomów
Masa atomu jest rzędu	10 daltonów

Pokrewieństwa i wspólnego pochodzenia całości żywego świata domyślano się od dawna z powodu istnienia podobieństw strukturalnych. O tym pokrewieństwie można obecnie sądzić także w oparciu o różne inne dane. Po pierwsze, wszystkie elementarne składniki organiczne są w całym żywym świecie takie same. Znana jest rzeczą, że w skład żywych struktur wchodzi molekuły białkowe. Z kolei białko jest zbudowane z aminokwasów. Otóż w biologicznych strukturach istnieje tylko ok. 20 rodzajów aminokwasów. Całość żywego świata, od sinic i bakterii począwszy, a kończąc na wyższych roślinach, ssakach i człowieku, jest



Rys. 3. Diagram przedstawiający ogół ewolucji ustrojowej na Ziemi. Początek (czas zero) rozwoju liczony od początku formowania się Ziemi i systemu słonecznego. Współczesny czas przypada na 4,7 mld lat. Najstarsze skały ogniowe Ziemi pochodzące z Zach. Grenlandii są datowane na 0,94 mld lat albo 3,76 mld lat temu

zbudowana z powyższych 20 rodzajów aminokwasów. Każdy ustrój, a nawet każdy narząd danego ustroju ma własne białko, odmienne od innych, ale elementy aminokwasowe są jednakowe. Podobnie sacharydy, lipidy, polinukleotydy są zbudowane z prostych jednostek organicznych, które można nazwać biomonomerami. Takich elementarnych jednostek istnieje w ogóle kilkadziesiąt rodzajów i są one zupełnie jednakowe w całym dzisiaj znanym świecie organicznym.

W ostatnich czasach nauczono się dokładnie oceniać różnicę i podobieństwo pomiędzy różnymi molekułami białkowymi. Każde białko jest rodzajem bardzo cienkiej niteczki pofałdowanej i zwiniętej w rodzaj sferycznego kłęбка. Niteczka jest zbudowana z chemicznie ze sobą zespolonych aminokwasów. Elementów aminokwasowych w niteczce jest ok. 150 (ze znacznymi różnicami od parudziesięciu do setek). Postać i własności funkcjonalne białka zależą od kolejności różnych aminokwasów w linearnej molekułce, czyli od ich sekwencji. Poznanie sekwencji aminokwasów umożliwia orientację w pokrewieństwie molekuł białek różnych komórek i ustrojów. Tak więc według histonów jądrowych można wyprowadzić pokrewieństwo jednostek całego świata ożywionego, drobnoustrojów, roślin i zwierząt [20]. Pokrewieństwo międzygatunkowe zwierząt wyprowadzili ostatnio M. Goodman i wsp. na podstawie sekwencji aminokwasów podjednostek białkowych hemoglobiny.

Zgodnie z powyższym, poczynając od komórek możemy poznać pokrewieństwo wszystkich żywych jednostek, jak też wyprowadzić ich ewolucyjny rozwój. Inaczej mówiąc, znamy w przybliżeniu całość historii życia na Ziemi. Wyjątkiem jest stopień ewolucji dzielący atomy i najprostsze molekuly od organizmu prokariota. Najstarsze skały osadowe Ziemi nie dają w tej mierze żadnych punktów oparcia. Mamy tu zasadniczą lukę, a wskazaliśmy wyżej, że jest to luka organizacyjnie olbrzymia. Człowiek starał się tę lukę wypełnić. Najpierw teoretyczne dociekania A. I. Oparina, potem — J. B. S. Haldane'a, wreszcie doświadczalne syntetyz przekały nas, że z prostych związków, jakimi są molekuly wodoru, metanu, etanu, amoniaku, wody, tlenu i dwutlenku węgla, cyjanu i innych, można otrzymać in vitro składniki organiczne. Wśród tych abiotycznie uzyskiwanych składników znajdują się węglowodory, węglowodany, kwasy organiczne, m.in. tłuszczowe, aminokwasy, zasady pirynowe i pirymidynowe i inne elementarne związki organiczne, blisko przypominające biomonomery. Wśród nich aminokwasy należą do pospolitych, jak to widać z zestawienia w tab. 1.

Tabela 1

Zestawienie niektórych sposobów otrzymywania syntetycznego elementarnych budulcowych składników ustrojowych. Według danych D. H. Kenyon i G. Steinman

Produkty wyjściowe	Zastosowana energia względnie sposób postępowania	Produkty uzyskiwane
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂ , C ₂ H ₆ (L. S. Miller i wsp., 1957)	Ogrzewanie, bombar- dowanie elektronami	Kwasy mrówkowy, octowy, propionowy, mlekowy, amino-aceto-propionowy, alfa-aminomasłowy, iminodwuoctowy, glicyna, alanina, walina, leucyna, asparagina
C ₂ H ₆ , NH ₃ , H ₂ O (W. E. Groth, 1960)	Promienie 200 nm	Kwasy mrówkowy, octowy, propionowy, alfa-aminomasłowy, glicyna, alanina
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O (K. Harada, S. W. Fox, 1967)	Ogrzewanie przy 950°	Kwas alfa-aminomasłowy, asparagina, treonina, seryna, glutamina, prolina, glicyna, alanina, izoleucyna, leucyna, tyrozyna, fenilalanina
Formaldehid HCHO (liczni autorzy, 1861— —1961)	W alkalicznym środowisku	Fruktoza, celobioza, galaktoza, mannoza, arabinoza, ryboza, rybuloza, ksyloza, liksoza, aldehyd glicerynowy, triozy, tetrozy
NH ₄ CN, guanidyna, mocznik, aminokwasy, kwas malonowy (liczni autorzy, 1964)	Różnymi sposobami	Puryny, pirymidyny

Analiza spektralna ostatnich lat pozwoliła wykryć istnienie ok. 30 rodzajów molekuł w różnych okolicach naszej Galaktyki. Znajdują się one w regionach zajętych przez chmury gazowo-pyłowe sąsiadujące z go-

rącymi gwiazdami [24], m.in. wykryto kwas i aldehyd mrówkowy, aldehyd octowy, metanol, metyloacetylen, amoniak, formamid, tioaldehyd mrówkowy, metylocyjanek. W warunkach syntezy laboratoryjnej z takich związków łatwo powstają złożone związki organiczne.

W meteorytach zwanych chondrytami węglowymi [2, 15], jak też w niektórych formacjach skalnych przywiezionych z Księżyca przez wyprawę Apollo 14 [16] wykryto również drobne ilości podobnych związków, m.in. złożonych, jak liczne aminokwasy, węglowodory, polimery formaldehydu.

Jeszcze jakieś 100 lat temu fakty te przyjęto by jako ślady pozaziemskiego życia. Dzisiaj wiemy, że są to produkty syntezy abiotycznej podobne do uzyskiwanych w ziemskich pracowniach. Z odpowiednich zestawień wynika, że postać produktów, a częściowo także proporcje ilościowe między nimi, są podobne niezależnie od tego, czy powstały w Kosmosie, czy w laboratorium. Sztuczne syntezy dają podobne składniki niezależnie od formy energii, którą się stosuje, nawet w pewnej mierze niezależnie od składników wyjściowych (tab. 1). Ponieważ każda forma energii prowadzi do rozbijania związków wyjściowych, należy mniemać, że powinowactwa danych pierwiastków i proporcje między nimi prowadzą stale do powstawania związków pewnego typu, i że te przypominają podstawowe składniki ustrojowe.

Z tego rodzaju elementarnych składników mogły powstać najpierwotniejsze zespoły samoreprodukujące się. Nie może być wątpliwości, że obecne organizmy same aktywnie syntetyzują własne składniki organiczne i że wyjściowymi produktami są dla nich woda, dwutlenek węgla (CO_2) i niektóre sole mineralne. Okazuje się też, że w skład ustrojów wchodzi nie wszystkie, lecz tylko niektóre spośród związków powstających abiotycznie. Różnorodność organicznych związków abiotycznych jest większa niż różnorodność elementarnych odpowiedników będących składnikami ustrojów.

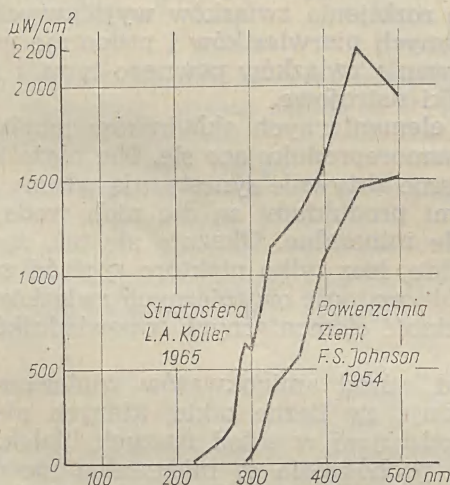
Tak na przykład wśród aminokwasów znalezionych w formacjach pozaziemskich znajdują się liczne takie, których nie ma pomiędzy 20 aminokwasami wchodzącymi w skład naszych białek. Podobnie, aminokwasy abiotycznego pochodzenia są mieszaniną racemiczną, gdy w naszych ustrojach mamy lewoskrętne. Tak jak w skład związków organicznych wchodzi tylko niektóre pierwiastki, mianowicie głównie te, które cechują się znacznym stopniem elektroujemności w skali Paulinga, tak spośród abiotycznie możliwych związków organicznych tylko niektóre znalazły sobie miejsce w żywych strukturach.

Życie można w pewnej mierze uważać za nieustający wzrost i reprodukcję. Reprodukacja w pojęciu biologów jest dalszym ciągiem wzrostu. Procesy te wymagają budulca, który znajduje się w substancji pokarmowej pobieranej przez żywe jednostki. W pokarmie istnieją różne składniki, spośród których żywa jednostka wybiera sobie tylko niektóre, odrzucając resztę. Sam proces układania budulca w strukturach zachodzi zgodnie ze spadkiem potencjału termodynamicznego i w zasadzie nie wymaga zasilania w energię. Natomiast wydobywanie elementów budulcowych z otoczenia jest związane z rozbijaniem struktur podłoża i właśnie na to konieczny jest wkład energetyczny.

Każdy organizm jest wyposażony w pewien zasób energii, pozwalający przeprowadzić rozkład substancji pokarmowych. Konstytucyjny ten zapas musi być uzupełniany, gdyż po jego wyczerpaniu się żywa jednostka ginie. Człowiek, zwierzę i w ogóle heterotrofy czerpią energię ze

spalań składników pochodzących od roślin — pośrednio czy bezpośrednio. Natomiast rośliny i niektóre bakterie uzyskują energię z promieni słonecznych.

Różne dane wskazują, że pierwotne organizmy musiały czerpać energię również z promieni słonecznych. Oto organizmy dzisiejszych sinic, podobne i będące potomstwem prokariotów sprzed milionów lat, w ten sposób jeszcze dzisiaj zaopatrują się w energię. Po drugie, nie ma w ziemskiej biosferze innych chociażby w przybliżeniu tak obfitych źródeł energii. O ile wiadomo, w pierwotnej atmosferze nie było tlenu, a więc nie mogło być też spalań w znaczeniu biologicznym. Dalej, wszelkie dane świadczą, że fotosynteza jest rezultatem przystosowania się żywych organizmów do korzystania z frakcji fal elektromagnetycznych, dochodzącej do powierzchni Ziemi przez filtr atmo-, strato- i jonosfery. Rys. 4 podaje zakres fal dochodzących ze Słońca do stratosfery i do powierzchni Ziemi.



Rys. 4. Ilość energii promieniowania w mikrowatach na cm^2 , napływająca ze Słońca do stratosfery i do powierzchni Ziemi w kierunku prostym

Jak widać, stratosfera otrzymuje promieniowanie począwszy od ok. 240 nm. Maksimum natężenia przypada na ok. 450 nm. Do powierzchni Ziemi dochodzą promienie dopiero od ok. 300 nm, osiągając maksimum niższe przy ok. 500 nm. Przyczyną różnicy jest absorpcja krótkiego promieniowania zachodząca w górnej atmosferze oraz w stratosferze, związana z warstwą ozonu, której łączna grubość jest oceniana na ok. 2 mm Hg, a więc na ok. 0,3% gazów otaczających Ziemię. Warstwa ta jest bardzo nierównomierna, na biegunach blisko trzy razy większa niż na równiku, i bardzo zmienna. Największe natężenie promieniowania dochodzące do powierzchni Ziemi obejmuje fale o długości 400-700 nm. Jest to zakres światła „widzialnego”. Ten dopływ energii może być uważany za rodzaj prądu zasilającego bieg syntez roślin, a wraz z tym całego świata organicznego łącznie z heterotrofami. Rośliny chwytają i magazynują zaledwo małą cząstkę energii promieniowania, rzędu ok. 1%. Gdyby człowiek wynalazł urządzenia umożliwiające wykorzystanie

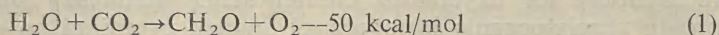
większej części tej energii, nie potrzebowałby ani spalania węgla, ani elektrowni atomowych dla zaspokojenia wymogów cywilizacji.

Pobieranie energii światła przez rośliny zachodzi w procesie zwanym fotosyntezą. Proces ten należy określić jako absorbowanie energii fal światła i gromadzenie jej pod postacią energii wiązań międzyatomowych związków organicznych. Proces ten jest dostępny w naturze tylko zielonym roślinom i niektórym bakteriom, mianowicie tym jednostkom, które są wyposażone w odpowiednie organy, bardzo podobne w całym fotosyntetyzującym świecie. Organów mają postać pęcherzykowatych, silnie spłaszczonych tworów zwanych tylakoidami. Ściany pęcherzyków są zbudowane z membrany podobnej do cytoplazmatycznej [13]. Powstają też one rozwojowo jako wpuklanie się membrany komórki do wnętrza cytoplazmy. Tylakoidy znajdujemy jedynie u sinic, fotosyntetyzujących bakterii i w chloroplastach roślin wyższych. Cytoplazma komórek roślinnych (nie licząc chloroplastów) nie zawiera tylakoidów. Jedynymi fotosyntetyzującymi organami wyższych roślin są chloroplasty. Trudno dzisiaj wątpić, że są to adaptacyjnie zmienione sinice [22].



Rys. 5. Rysunek komórki sinicy *Merismopedia*, wykonany według mikrofotografii elektronowej w powiększeniu ok. 35 000. Płaskie zarysy o podwójnych liniach odpowiadają przekrojom cystern tylakoidów. P — ciałka poliedralne, L — ciałka lipidowe. Cytoplazma komórki jest wypełniona tylakoidami, zgodnie z tym, że czynność komórki polega na fotosyntezie materii organicznej

Fotosynteza jest procesem bardzo skomplikowanym. Zasadniczą substancją wytwarzaną w tym procesie są składniki bezazotowe, głównie skrobia. Sumaryczny efekt procesu przyjęto przedstawiać pod postacią następującego wzoru:



Wzór ten oznacza, że molekuła wody wraz z molekułą CO_2 dają elementarną strukturę organiczną (CH_2O) i tlen. Woda jest pobierana z otoczenia, CO_2 — ewentualnie po rozpuszczeniu w wodzie — z atmosfery. Tlen jest oddawany atmosferze w zamian za CO_2 , molekuła za molekułą. Związek organiczny będący produktem reakcji stanowi materiał stabilny energetycznie. Jest rodzajem magazynu energii zawartej w wiązaniach między atomami tego związku. Ilość energii wiązań jest taka, że skład-

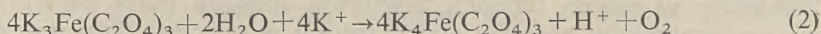


Rys. 6. Chloroplast znajdujący się w cytoplazmie komórki rośliny wyższej. W cytoplazmie samego chloroplasta widać przekroje płaskich cystern tylakoidów. Niektóre ich części są poukładane równolegle do siebie w tzw. stosy albo grana. Obok tylakoidów w cytoplazmie chloroplasta widać duże ciała skrobiowe i mniejsze ciała lipidowe. Mikrofotografia Zakładu Mikroskopii Elektronowej A. M. w Gdańsku

niki strony lewej równania mają z grubsza biorąc o 50 kcal/mol mniej energii od składników strony prawej. Różnica ta odpowiada ok. 2 eV. Zapas tej energii może być uwolniony, mianowicie na drodze spalania substancji organicznej z tlenem. W tym procesie węgiel i wodór związku zostają przeistoczone na CO_2 i wodę, zaś energia ulega zamianie na ciepło. W przemianach tkankowych energia ta może zasilać procesy życiowe.

Energia fotonów zależy od długości fal światła. Kwanty światła mają energię w przybliżeniu od 30 do 70 kcal/mol, względnie 1,8—3 eV. Widać, że ilość jej jest równoważna tej, jaka jest zużywana w procesie fotosyntezy na uzyskanie elementarnej struktury organicznej. Jednak proste przeistoczenie kinetycznej energii promieni na energię wiązań nie jest możliwe. W fotosyntezie proces ten ma formę bardzo złożoną.

Reakcja (1) może być określona jako redukcja CO_2 . Zgodnie z tym chloroplasty pochłaniają CO_2 i wydzielają tlen. Jednak R. Hill wykazał, że podczas naświetlenia izolowanych (oddzielonych od komórki) chloroplastów tlen jest również wydzielany, przy czym dochodzi do redukcji substancji w ich otoczeniu. W doświadczeniu mogą być redukowane różne substancje, na przykład sole żelazowe na żelazawe, jak to ma miejsce w reakcji ze szczawianem żelaza (reakcji Hilla):



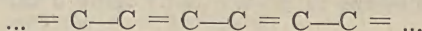
Ten ważny eksperyment, potwierdzony potem dla wielu innych związków tak organicznych, jak nieorganicznych, wskazuje, że w fotosyntezie tlen jest pobierany z wody, a nie z CO_2 jak pierwotnie myślano. Chloroplasty rozszczepiają więc wodę i uwalniają tlen, zaś pozostałe wodory działają na otoczenie redukująco. Fizjologicznie dochodzi do redukcji CO_2 . Jednak nie prostą drogą. W istocie rzeczy okazuje się, że proces polega nie tyle na uwolnieniu wodorów, ile na emitowaniu elektronów i wytwarzaniu protonów (jonów wodorowych). Proces ten, nazywany fotolizą wody, można przedstawić wzorem:



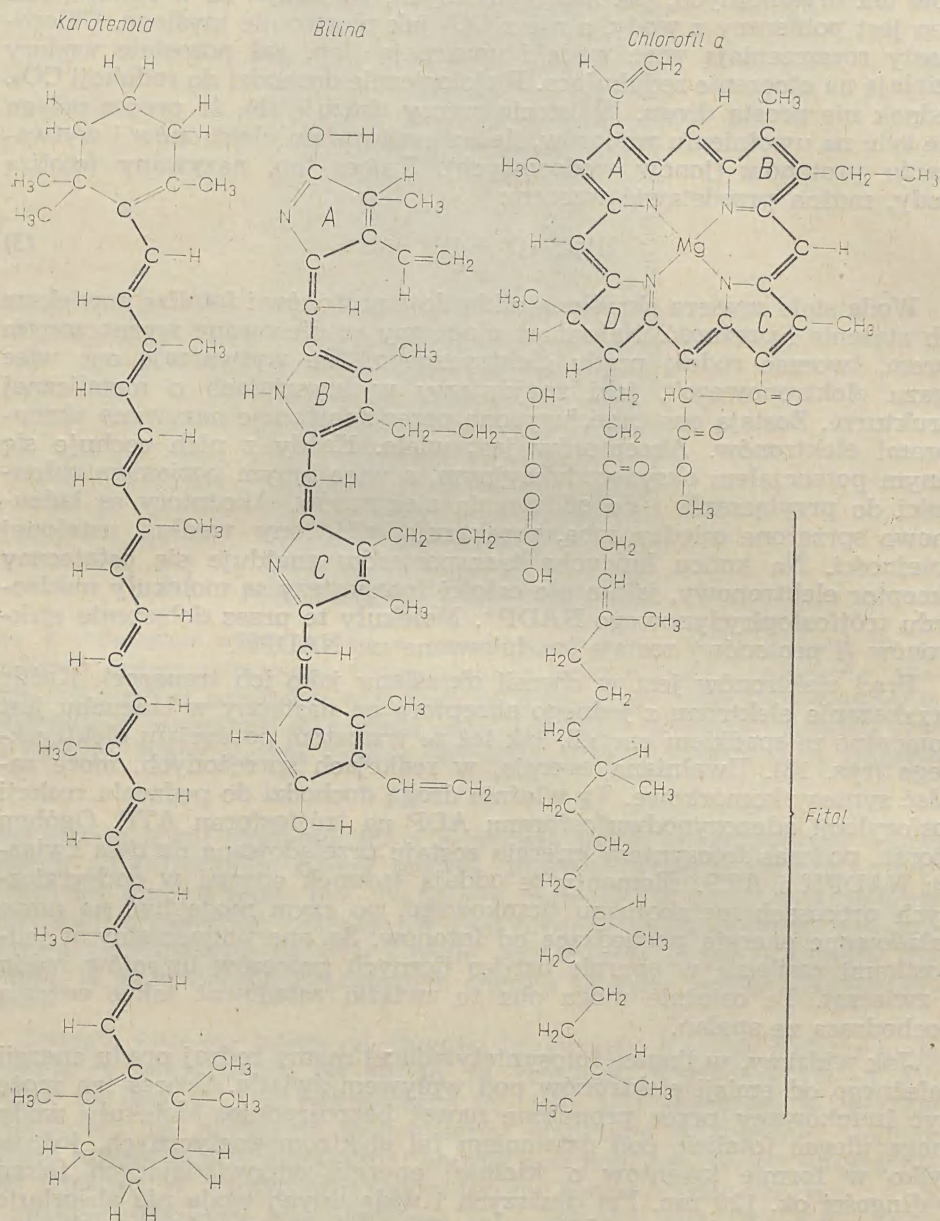
Woda stale zawiera określoną nikłą ilość protonów i fotoliza powiększa ich stężenie i prężność. Natomiast elektrony są kierowane wyznaczonym torem, tworząc rodzaj prądu elektrycznego. Nie wytwarzają one więc „gazu elektronowego”, jaki znajdujemy w kryształach o metalicznej strukturze. Zostają one przechwycone przez substancje nazywane akceptorami elektronów. Akceptorów jest wiele. Każdy z nich cechuje się innym potencjałem oksydoredukcyjnym, a więc innym poziomem skłonności do przyłączania i do oddawania elektronów. Akceptory są łańcuchowo sprzężone między sobą, przekazują elektrony według ustalonej kolejności. Na końcu łańcucha transporterów znajduje się ostateczny akceptor elektronowy, jakim dla całości fotosyntezy są molekuly nukleotydu trójfosfopirydynowego $NADP^+$. Molekuly te przez dołączenie elektronów (i protonów) zostają zredukowane na $NADPH$.

Prąd elektronów jest w chemii określany jako ich transport. Każde przekazanie elektronu z jednego akceptora na następny w łańcuchu jest połączone ze spadkiem energii, jak też ze wzrostem potencjału elektrycznego (rys. 13). Uwalniana energia, w reakcjach sprzężonych, może zasilać syntezy komórkowe. Tą właśnie drogą dochodzi do pędzenia reakcji fosforylacji adenosynodwufosforanu ADP na trójfosforan ATP. Ogółem biorąc, podczas fotosyntezy energia zostaje przeładowana na dwa związki: $NADPH$ i ATP. Elementy te oddają ładunek energii w endoergicznych procesach metabolizmu tkankowego, po czym mogą być na nowo załadowane energią pochodzącą od fotonów. Są one uniwersalnymi jednostkami zasilania w energię bardzo licznych procesów ustrojów roślin i zwierząt. Te ostatnie mogą oba te związki załadować także energią pochodzącą ze spalań.

Jak widzimy, w tkance fotosyntetyzującej mamy rodzaj prądu energii zależnego od emisji elektronów pod wpływem światła. Proces ten może być indukowany przez promienie nawet bezpośrednio. Molekuly wody mogą ulegać fotolizie pod działaniem fal elektromagnetycznych, jednak tylko w formie kwantów o wielkiej energii, odpowiadających falom o długości ok. 120 nm. Fal dłuższych i widzialnych woda nie absorbuje i dlatego jest bezbarwna. Liczne proste molekuly organiczne wykazują absorpcje w zakresie 200–300 nm. I one nie absorbują promieniowania widzialnego i są bezbarwne. Promieniowanie widzialne jest natomiast absorbowane przez tzw. skoniugowane wiązania atomów węgla, na przemian podwójne i pojedyncze:



Tylakoidy w swych błonach zawierają właśnie takie barwniki. Istnieje szereg barwników absorbujących fotony w procesie fotosyntezy. Rozróżniane są wśród nich karotenoidy, fikobiliny i chlorofile (rys. 7). Istotną częścią fotorecepcyjną są w nich łańcuchy atomów węgla, w których



Rys. 7. Struktura barwników czynnych w fotosyntezie. Przedstawicielem karotenoidów jest karoten. Główną grupą chromatoforową u fikobilin jest bilina. Przykładem chlorofilów jest chlorofil a. Skoniugowany łańcuch przyczyniający się do absorpcji fotonów jest zaznaczony grubszą kreską. Rodnikowe grupy boczne zasadniczego łańcucha węglowego są prawie takie same u biliny i chlorofilu

przeplatają się wiązania podwójne i pojedyncze. Grupa barwnikowa, czyli chromatofor, znajduje się jak się zdaje stale w jakiejś łączności z molekułą białka, które może wpływać m.in. także na rodzaj absorpcji świetlnej barwnika. Ustala też ono sposób reagowania grupy chromatoforowej i przekazywania energii.

Rys. 7 wskazuje, że narzędziowa grupa fotorecepcyjna w karotenie ma postać łańcucha węgla, w którym powtarza się szereg skoniugowanych segmentów. Karotenoidy mają charakter hydrofobny, łatwo rozpuszczają się w lipidach i mają się znajdować jako składniki „rozpuszczone” w lipidowej warstwie membrany tylakoidów. Przyjmuje się, że są one związane z białkiem, ale ten stosunek — jeśli nie liczyć retinalu — jest jeszcze słabo znany.

Fikobiliny są białkami związanymi z grupą chromoforową biliny, a w niektórych przypadkach pochodnej tego barwnika. Na rysunku 7 można dojrzeć, że bilina zawiera łańcuch skoniugowany podobny do karotenowego, ale skomplikowany mostkami azotynowymi ($-N=$), które tworzą cztery pierścienie piroli. Węgli piroli trzymają się grupy rodnikowe, których postać wpływa na rodzaj absorpcji widmowej. Fikobiliny są czynne w sinicach i niektórych glonach, nie zaś w chloroplastach wyższych roślin. Ich molekuly nie działają osobno, lecz w grupach widocznych elektronoskopowo, zwanych fikobilisomami, usadowionych po zewnętrznej stronie membrany tylakoidu. Znaczenie ich roli jest podkreślane ich ilością, która wynosi 1-24% suchej masy komórki. Swoją barwą maskują one obecność chlorofilów i karotenoidów i prawdopodobnie są u odnośnych roślin głównym elementem absorbującym światło. Energię wzbudzenia przekazują one chlorofilowi a, prawdopodobnie za pośrednictwem karotenoidów.

W chlorofilu (rys. 7) możemy dojrzeć taki sam łańcuch biliny owinięty wokół jonu magnezu (Mg) i spięty w czwórpirolowy pierścień wtórny. Chlorofile są oprócz tego wyposażone w długi łańcuch fitolu, który według wszelkich danych jest elementem nie biorącym udziału w fotorecepcji. Fitol jest składnikiem hydrofobnym i powszechnie przyjmuje się, że jest on rozpuszczony w warstwie lipidowej membrany tylakoidu. Natomiast pierścień czwórpirolowy jest hydrofilny i musi się mieścić w warstwie wodno-białkowej membrany. Wynika z tego, że chlorofile znajdują się na pograniczu warstwy lipidowej i wodno-białkowej membrany.

Mimo podobieństwa składnika fotorecepcyjnego różnych barwników tylakoidów, nie mają one wszystkie jednakowego pochodzenia biosyntetycznego. Wszystko wskazuje na to, że bilina powstaje drogą oksydacyjnego rozszczepienia czwórpirolowego pierścienia protoporfiryny. Ten ostatni jest u roślin syntetyzowany podobnie jak protoporfiryna krwi zwierząt poprzez kwas delta-amino-lewulinowy. Biosyntetycznie tworzy się więc najprzód protoporfiryna i z niej powstaje bilina. Droga syntezy karotenoidów jest zupełnie odmienna. Przyroda najwidoczniej uzyskuje dość podobny układ czynnościowy dwoma różnymi sposobami. Interesującym faktem jest to, że fitol jest składnikiem pokrewnym karotenoidom i jego biosynteza zdaje się związana z powstawaniem tych ostatnich. W chlorofilach znajdujemy więc dwie części różnego ustrojowego pochodzenia.

Mechanizm przejmowania fotonów nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśniony, chociaż w ostatnich czasach poczyniono tu bardzo znaczne postępy [25]. Jak się zdaje, w przyrodzie istniały liczne drogi oddziaływania promieniowania na formacje organiczne.

Zdolność przechwycenia energii fotonów jest związana z rezonacyjnym dostrojeniem stopnia energetycznego „skoku” elektronowego z energią kwantu promieniowania. System elektronów atomu, czy też molekuly, może istnieć w różnych stopniach stanu energetycznego, czyli może zawierać mniejsze lub większe ilości energii. Zgodnie z zasadą kwantowości energii, istnieją tylko określone jej porcje. Biorąc rzecz w uproszczeniu, możemy powiedzieć, że jeśli mamy elektron będący składnikiem formacji A, to może on znajdować się w stanie energetycznym E_1 albo w stanie E_2 , nie może natomiast zawierać ilości energii pośrednich między obu stanami. Jeśli stan E_1 jest wyjściowy albo spoczynkowy, zaś stan wyższy energetycznie E_2 odpowiada stanowi wzbudzenia, to istnieje różnica zawartości energii ($E_1 - E_2$). Jeśli elektron otrzyma z zewnątrz odpowiednią porcję energii, może on „przeskoczyć” ze stanu E_1 do E_2 . Nie może on natomiast zająć jakichś stopni pośrednich. To proste ujęcie potem uzupełnimy (s. 19).

Dostarczyć energii można na przykład przez podgrzanie formacji A do odpowiedniej temperatury. Na to potrzeba bardzo wielkich ilości energii. Można to również uczynić za pomocą minimalnej ilości energii w postaci kwantu promieniowania, jednakże pod jednym warunkiem: energia kwantu musi ilościowo odpowiadać wielkości „skoku”, jaki ma przebyć elektron, a więc różnicy ($E_1 - E_2$). Stąd mówi się o konieczności dostrojenia energetycznego kwantu i wielkości skoku. Jeśli przez środowisko przechodzą kwanty innych wielkości, większe lub mniejsze, mijają one formację A nie powodując w niej zmian i same nie zmieniając postaci. Natomiast kwant o wielkości dostrojonej znika, tj. zostaje przez formację zaabsorbowany. Stąd w widmie światła przechodzącego powstaje brak odpowiedniej fali, czyli ciemny „prążek” absorpcyjny.

Ta sama formacja A, po wejściu do stanu wzbudzenia, ma przeważnie tendencję do powrotu do stanu wyjściowego E_1 . Powrót odbywa się za zwrotem pobranej energii, która zostaje wypromieniowana i ma przy tym tę samą wartość co kwant przechwycony. Emisja kwantu jest więc wypromieniowaniem światła o ściśle określonej fali. Falę tę daje się dojrzeć jako prążek świetlny widma emisyjnego.

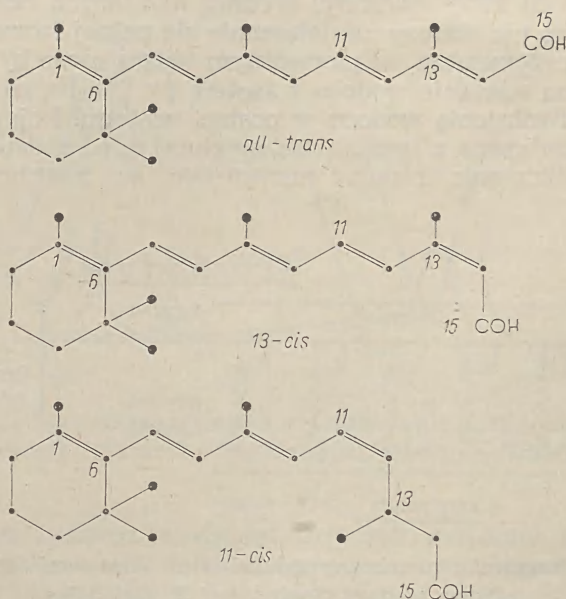
Prążki absorpcyjne i emisyjne znajdują się w tej samej pozycji w widmie, gdyż mają tę samą długość fali, i pozwalają na identyfikację atomu czy molekuly, ponieważ każdy atom i molekula mają inne, dla siebie znamienne, lokalizacje prążków. Istnieją rozliczne prążki, mieszczące się w zakresie widma widzialnym, pozaczzerwonym lub pozafioletkowym. Analiza spektralna Kosmosu, wspomniana na s. 10, oparta jest na badaniu tego rodzaju prążków.

Atomy i proste związki cechują się bardziej ścisłą lokalizacją i znaczną ostrością prążków widmowych. Pochłaniają one kwanty tylko ściśle określonej wielkości i wypromieniowują takie same fale. Tymczasem liczne układy organiczne cechuje „rozluźnienie” systemu elektronów. W stanie rozluźnienia elektrony gotowe są przejmować fale promieni różnych długości. U takich związków zamiast typowych ostrych prążków widmo zawiera absorpcje (względnie emisje) mające postać smug, czyli pasm zupełnie nie ostrych i często znacznej szerokości.

Absorpcje promieniowania dostarczające energii procesom życiowym nie mogłyby być nastawione na wąskie i ostre prążki, ponieważ przypadają na nie tylko małe ilości energii. Natomiast czynne tu związki cechują się absorpcjami szerokimi i znacznie mniej specyficznymi. Oprócz tego, związki te muszą być nastawione na długie promienie widma widzialnego.

Rezonacje atomów i prostych molekuł organicznych mieszczą się w zakresie pozafioletkowym, nie zaś w widzialnym (s. 9). Barwniki fotorecepcyjne charakteryzują się nie tylko rozluźnieniem systemu elektronów, ale przedstawieniem absorpcji na zakres energii fotonów. Istnieją różne struktury mające powyższe cechy. Należy do nich struktura wiązań skoniugowanych (s. 9). Inny rodzaj struktury powstaje przez ujęcie jonu metalu w organiczną oprawę. W przypadku chlorofilu zdaje się istnieć nałożenie na siebie różnych mechanizmów pochłaniania fotonów. Jeszcze innym systemem jest tetraedryczna struktura żelazowo-siarkowa, którą zajmujemy się później (s. 27).

Mechanizm przejmowania fotonów w barwnikach fotosyntetyzujących jest jeszcze mało wyświetlony. Pewne dane zdołano uzyskać dla barwników czynnych w organach zmysłów zwierząt. Oto w komórkach pierwotniaków, u niektórych bakterii, w organach wzroku zwierząt wielokomórkowych antenami absorbującymi światło są chromoproteidy, tj. białka związane z grupą barwnikową. Chromatoforem jest w nich molekula retinalu (rys. 8). Ten ostatni jest bliskim krewniakiem karotenoidów fotosyntetyzujących. Ma postać łańcucha skoniugowanych segmenów węglowych połączonych z pierścieniem jononu. Łańcuch może mieć różne postacie izometryczne.



Rys. 8. Szkielet niektórych izomeronów retinalu. Węgłe 1 do 6 tworzą pierścień jononu. Węgłe 7—15 należą do skoniugowanego łańcucha węglowego. Czarne kółka wyobrażają grupy metylowe ($-\text{CH}_3$). Objaśnienie w tekście

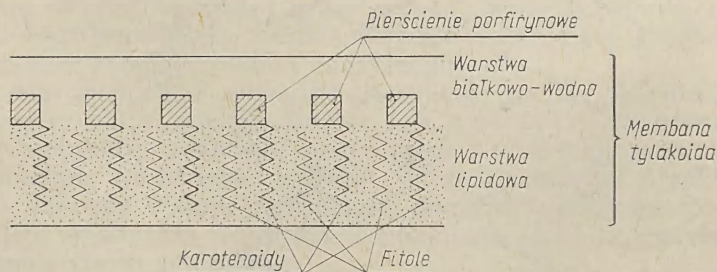
Do niedawna znano tylko rodopsyny, barwniki komórek wzrokowych kręgowców. Światłoczułe wypustki tych komórek są szczelnie wypakowane płaskimi pęcherzykowatymi tworami przypominającymi tylakoidy. W ich membranie znajdują się jednak tylko proteidy połączone z retinalem. Retinal rodopsyny ma postać 11-cis (rys. 8). Energia fotonu zmienia

tę konfigurację na all-trans. Ostatnio poznano inne pokrewne barwniki. W pałeczce bakterii *Halobacterium halobium* znajduje się bakteriorodopsyna, proteid z retinalem w konfiguracji 13-cis. Światło przeistacza ją na all-trans. W organach wzroku głowonogów, np. u mątwy japońskiej, znaleziono inny pokrewny barwnik, retinochrom. Retinal znajduje się w nim w konformacji all-trans, zaś fotony przeistaczają go na 11-cis.

Ponieważ molekula retinalu ma we wszystkich przypadkach podobną budowę, więc należy uważać, że białko wyznacza izomeryczną formę, jak też rodzaj stereochemicznego czynnościowego przekształcenia. Przejście światła nie prowadzi tu do fotosyntezy, a tylko do przekształceń wyzwalaających stany fizjologicznego pobudzenia, mianowicie pojawienie się impulsu nerwowego. Impuls nerwowy jest aktem zachodzącym w membranie. Wykryto, że w każdym z trzech rodzajów wymienionych barwników retinal i białko są zespolone tzw. wiązaniem zasady Schiffa, w którym

grupa aldehydowa przy węglu 15 barwnika (—C=O) tworzy zespolenie z grupą aminową (—NH_2) białka. W przypadku rodopsyn i bakteriorodopsyn zmianie konfiguracji łańcucha polienowego towarzyszy uwolnienie protonu.

Foton wprowadza molekułę chromatoforu w stan wzbudzenia trwający bardzo krótko. Wyładowanie się stanu wzbudzenia retinalu ocenia się na ok. 10^{-11} do 10^{-12} sekundy. Według niektórych obliczeń czas ten jest tak krótki, że nie starczy na dokonanie się pełnej izomeryzacji. Toteż A. J. Thomson przypuszcza, że pierwotnym aktem może być przerzucenie energii wprost na wiązanie wodoru z azotem ($=\text{N—H}$), co miałoby przyczyniać się do uwolnienia wodoru w postaci protonu. Pojawienie się różnic potencjału związane z tym aktem mogłoby mieć podstawowe znaczenie dla zapoczątkowania impulsu nerwowego w membranie komórki wzrokowej.

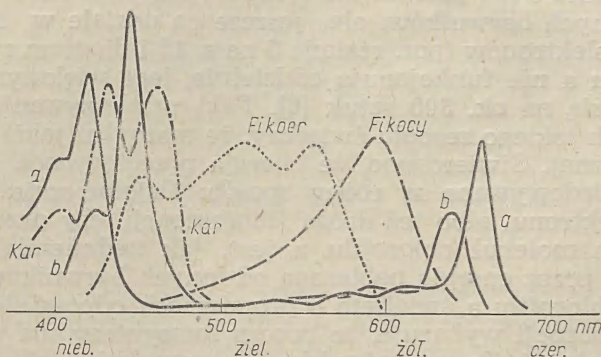


Rys. 9. Schemat fragmentu membrany tylakoidu z warstwami lipidową i wodno-białkową według Govindjee i R. Govindjee

Absorpcji fotonów przez karotenoidy w procesie fotosyntezy nie można przypisać powyższych mechanizmów. Czynność wszystkich barwników jest tu zespołowa. Możemy jej obecnie tylko domyślać się, gdyż struktura membrany jest wciąż jeszcze niezupełnie pewna. Rysunek 9 przedstawia fragment membrany według Govindjee i R. Govindjee z ustawieniem barwników w chloroplastach mającym uzmysłowić stan, w którym mogą zachodzić przeistoczenia czynnościowe. Membrana jest tu tworem dwuwarstwowym. Karotenoidy są zanurzone w warstwie lipidowej, z którą tworzą wiązania siłami van der Waalsa. Zjawiska fizyczne foto-

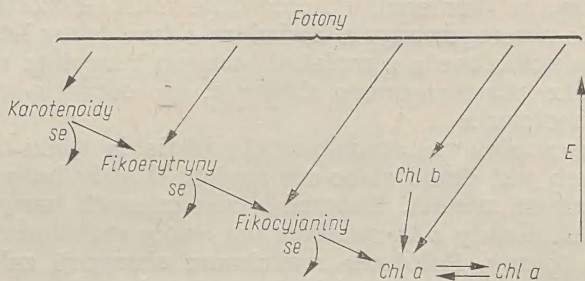
receptji świadczą, że karotenoidy i chlorofile muszą pozostawać w pozycjach wzajemnie uszeregowanych. Świadczą o tym fakty łatwego przekazywania stanów wzbudzenia z molekuł jednego barwnika na drugi. Wymaga to nie tylko przestrzennego zbliżenia, ale odpowiedniego wzajemnego ułożenia molekuł.

Znaczenie czynnościowej zespołowości i istnienie wielu barwników fotosyntetyzujących jest dotąd słabo zrozumiałe. Każdy barwnik pochłania tylko część promieni widma. Absorpcje zasadniczych barwników są pokazane w ryc. 10. Każdy z barwników ma swoje maksimum największej wrażliwości na fotony. Położenie maksimum absorpcji zależy od wielu okoliczności, w znacznej mierze od budowy chemicznej. Na przykład chlorofil b różni się od chlorofilu a tym, że w pierścieniu pirołowym B (rys. 7) zamiast grupy metylowej znajduje się aldehydowa. Odpowiada temu przesunięcie maksimum położonego w części pomarańczowej widma w kierunku promieniowania krótszego (w kierunku części żółtej, rys. 10). Liczne chlorofile mają zupełnie identyczną budowę, a różnią się tylko absorpcjami. Znane są też po prostu jako chlorofile 660, 670, 685, 700 itd., zależnie od położenia swego maksimum w obrębie części żółto-czerwonej widma. Przyczyny tych różnic nie są jasne. Są przypisywane albo różnicom środowiska jonowego, albo związaniu się chlorofilów z różnymi rodzajami białka [6]



Rys. 10. Absorpcje barwników czynnych w fotosyntezie. a, b — chlorofile a i b. Kar — karotenoidy. Fikoer — fikoerytryna, Fikocy — fikocyjanina

Z wyjątkiem bakterii fotosyntetyzujących, mających bakteriochlorofil posiadający maksimum w dalekiej czerwieni, wszystkie systemy fotosyntetyzujące zawierają znaczne ilości chlorofilu a. Barwniki są między sobą energetycznie zestrojone i łatwo przejmują od siebie stany wzbudzenia. Mamy barwniki o maksimum nastawionym na fotony energii większej fal krótkich i inne nastawione na mniejszą energię fal dłuższych. Przekazywanie energii daje się stwierdzić w warunkach naturalnych i doświadczalnych. Zachodzi ono zawsze tylko w kierunku barwnika nastawionego na dłuższe fale, a więc na niższą energię wzbudzenia. Chlorofil a ma maksimum niskie i tym tłumaczy się, że energia wzbudzenia ze wszystkich barwników systemu jest przekazywana chlorofilowi a. Barwnik ten pełni rodzaj czynności zbiorczej i zgodnie z tym bywa nazywany zlewem energii systemu fotorecepcyjnego.



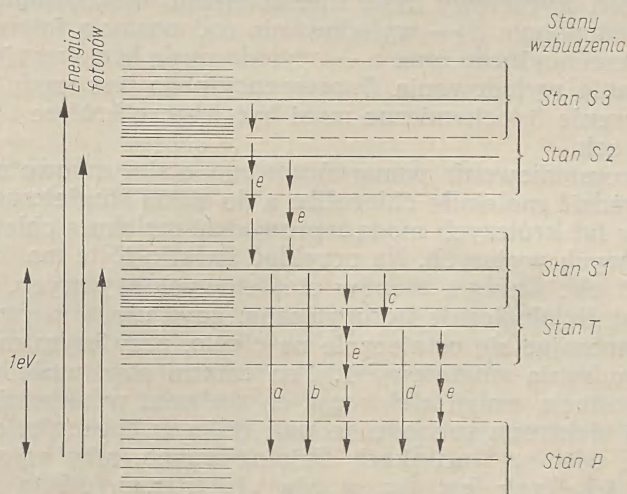
Rys. 11. Schemat absorpcji i kierunku przekazywania energii w zespołach barwników fotosyntetyzujących. Fotony różnych fal widma wywołują stany wzbudzenia molekuł odpowiednio zrezonowanych. Przekazywanie stanu wzbudzenia zachodzi stale w kierunku barwników mających maksimum w zakresie mniejszej energii. Wszystkie barwniki oddają energię do „zlewu”, jakim są zespoły molekuł chlorofilu a. Przekazywanie w kierunku niższej energii jest połączone ze stratami, na co wskazują strzałki se. Układ molekuł chlorofilu a przekazuje sobie wzajemnie energię, co zachodzi bez strat. Fikobiliny znajdują się tylko w niektórych systemach fotorecepcyjnych (u sinic i krasnorostów)

Rola chlorofilu a ma polegać nie tylko na przejmowaniu energii od fotonów i od innych barwników, ale jeszcze na udziale w fotohydroлизie i emitowaniu elektronów (por. reakcję 3 na s. 15 i diagram rys. 13). Molekuły chlorofilu a nie funkcjonują oddzielnie, lecz większymi zespołami, które oblicza się na ok. 300 sztuk [6]. Fakt przekazywania energii bez strat w ramach takiego zespołu świadczy, że mamy tu jakiś system o postaci krystalicznej. Stwierdzono, że energia przechwycona przez zespół może być wyładowywana w różny sposób: fizjologicznie pod postacią uwolnienia elektronu, albo też drogą fluorescencji, czy przeistoczenia na ciepło. System molekuł chlorofilu a jest, jak nadmieniliśmy, zasilany przez fotony i przez energię pobieraną od innych barwników. Naświetlanie systemu chlorofilu a światłem o promieniach odpowiadających tylko maksimum absorpcji wykazuje, że proces fotosyntezy ma wówczas bardzo słabą wydajność. To tzw. zjawisko Emersona zdaje się świadczyć, że zespół chlorofilu a wymaga dla sprawnej czynności dopływu energii z obu fizjologicznych źródeł. Zjawisko to podkreśla zespołowość czynności wszystkich elementów systemu fotosyntetyzującego.

Złożona budowa molekuł, jakimi są barwniki fotosyntetyzujące, i związane z tym rozluźnienie ich systemu elektronów komplikuje postać ich stanów energetycznych. Elektron cechuje się pewnym poziomem energii odpowiadającym temu, co jest nazywane jego orbitalem, a co odpowiada jego odniesieniu do dodatniego jądra atomu. Oprócz tego elektron ma ruch własny nazywany spinem, a mający dwie jakości oznaczane symbolem $+$ i $-$. Wartościowości między atomami odpowiada para elektronów i ich spiny pozostają do siebie w określonym stosunku, związanym z pewnym stanem energetycznym. Gdy dwa atomy są zespolone, ich elektrony ulegają różnym stopniom uwspólnienia, co również jest związane z różnymi stopniami energetycznego wysycenia. Jądra tych atomów nie pozostają w spoczynku, lecz wykonują ruchy wibracyjne, oddalając się od siebie i zbliżając. Na przykładzie retinalu widzieliśmy, że możliwe są różne stany izomeryzacji, również związane z różnicami poziomu energetycznego. Ca-

łość molekuly również pozostaje w ruchu i ten kryje w sobie znów określoną postać energii. Każdy z tych stanów i ruchów odpowiada stanowi i przekształceniom jednej formy energii w drugą. Może to zachodzić w ramach wiązań między atomami, w ramach ruchów i zmiany położenia części molekuly, jak też w ruchach molekuł względem siebie.

Jeżeli dochodzi do przemian energii wśródmolekularnych, mówimy o konwersji wewnętrznej. Jeżeli energia przeistacza się na ruch kinetyczny cząsteczek, mamy przypadek wytworzenia się ciepła. Różne postaci energii zamykają się w różnej skali. Na przykład przeistoczeniu się stanu barwnika z poziomu spoczynkowego do poziomu singletowego wzbudzenia 1 (pierwszego), odpowiada ilość energii rzędu 1 eV (por. rys. 12). Ruchy wibracyjne mają rząd wielkości 0,1 eV, zaś ruchy rotacyjne — setnej części elektronowolta.



Rys. 12. Diagram przedstawiający różnice stopni energetycznych stanów wzbudzenia barwnika fotorecepcyjnego. Przybliżona skala w elektronowoltach po lewej stronie ryciny. Obszary pionowe zakreskowane poziomo wyobrażają zakresy energii wzbudzenia związane ze stopniem danego stanu. Stany S1 do S3 — stany singletowego wzbudzenia, w których spiny wszystkich par elektronów są skierowane przeciwnie sobie. Stan P — stan podstawowy, dla naszych rozpatrywań o zerowym poziomie energii. Stan T — stan trypletowy, w którym spiny jednej pary elektronów są zgodne. a — wyładowanie stanu singletowego 1 w postaci fotonu fluoryzacji, b — wyładowanie w reakcji fotochemicznej (emisji elektronu), c — przeistoczenie energii stanu singletowego 1 na stan wzbudzenia trypletowego, d — wyładowanie stanu wzbudzenia trypletowego pod postacią fotonu fosforescencyjnego, e — wyładowania na drodze konwersji wewnętrznej

Przeistoczenia energetyczne stanów wzbudzenia przebiegają z olbrzymimi prędkościami [6, 7, 25]. Podniesienie energii elektronu spowodowane przechwyceniem fotonu zachodzi w ciągu ok. 10^{-15} sek. Energia molekuly może zostać podniesiona do stanu wzbudzenia singletowego 1, albo do stanów singletowych wyższych (drugiego, trzeciego). Rzecz zależy od energii zaabsorbowanego kwantu. Jeśli powstaje stan singletowy drugi

lub trzeci, następuje natychmiastowe rozładowanie na drodze konwersji wewnętrznej, czemu towarzyszy obniżenie się energii molekuly do stanu singletowego 1. Przekształcenie to zachodzi w ciągu 10^{-13} do 10^{-14} sek. (rys. 12e). I ten stan ulega szybko dalszemu rozbrojeniu, co może zachodzić różnymi sposobami.

Na rys. 12 przedstawione są następujące możliwości rozbrojenia stanu singletowego 1:

- a — wypromieniowanie fluoryzacyjne fotonu,
- b — emisja elektronu (reakcja fotochemiczna),
- c — przeistoczenie energii wzbudzenia singletowego na energię stanu trypletowego, przy czym dochodzi do straty części energii na ciepło, oraz
- e — wyładowania konwersyjne.

Z kolei stan trypletowy może ulec różnemu wyładowaniu, z czego na rys. 12 przedstawiono: d — wyładowanie pod postacią fotonu promieniowania fosforescencyjnego oraz e — wyładowania konwersyjne.

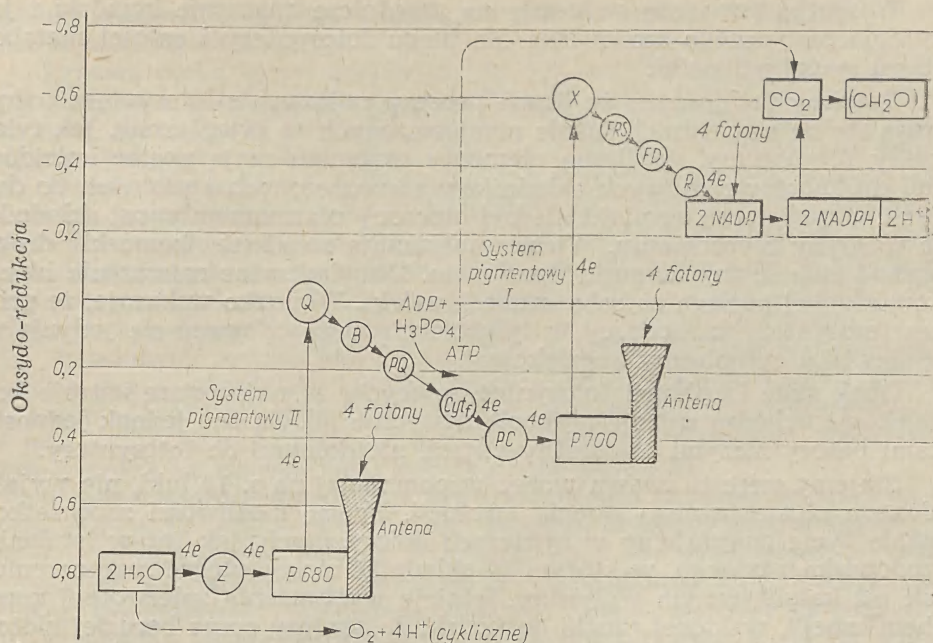
Czas trwania wyładowania fluorescencyjnego jest rzędu 10^{-11} sekundy. Przeistoczenie fotochemiczne musi być jeszcze krótsze i jest oceniane na ok. 10^{-12} sek.

Fotony promieniowania pomarańczowego, o stosunkowo małej energii, mogą wprowadzić molekulę chlorofilu a do stanu singletowego wzbudzenia 1. Fotony fal krótszych mogą wprowadzić molekulę chlorofilu do stanów singletowych wyższych. Na przykład światło żółte ma fotony o energii bliskiej 2 eV. Energia stanów singletowych wyższych, o ile dzisiaj wiadomo, jest fizjologicznie bezużyteczna, gdyż ulega konwersji wewnętrznej przeistaczając się ostatecznie na ciepło, przy czym molekula osiąga stan wzbudzenia singletowy 1. Ten ostatni stan może ulec wyładowaniu pod postacią emisji elektronu, co zachodzi w układzie fizjologicznym. Emisja elektronu zachodzi jednak tylko w obecności odpowiednich odbiorców, a więc w warunkach fizjologicznych, albo w obecności soli żelazowych. Gdy brak jest akceptorów elektronów, utrata energii przybiera postać fluoryzacji. Promieniowanie to, jak się okazuje, ma dwa maksyma, odpowiadające 685 i 740 nm. Takie wyładowanie (rys. 12) sprowadza stan do poziomu podstawowego P. Okazuje się, że część energii, również w warunkach fizjologicznych, ulega przeistoczeniu na stan trypletowy, ten zaś powodować może promieniowanie fosforescencyjne (rys. 12d). W warunkach fizjologicznych przeistoczenia idą prawie w całości na emitowanie elektronów.

Mechanizm pobierania energii i emisji elektronów nie jest jeszcze znany dostatecznie. Jak nadmieniliśmy, wzbudzeniu ulegają zespoły molekuł chlorofilu a. Według obecnych zapatrywań zespoły te pozostają w związku z „centrami reakcji”, z których wydostają się elektrony. Mają istnieć dwie fazy przeistoczeń i dwa oddzielne centra reakcji, funkcjonujące w kolejnym sprzężeniu, jak to przedstawia rys. 13.

Fotosynteza w postaci znanej obecnie jest procesem olbrzymiej złożoności. Widać to już z diagramu rys. 13. Brak w nim uwzględnienia udziału różnorodnych molekuł białka. Część ich jest związana z barwnikami i ich czynnością. Poza tym liczne reakcje metaboliczne fotosyntezy wymagają katalitycznego wpływu enzymów, które są również molekułami białka albo ich zespółami.

Wszystkie składniki czynne w fotosyntezie muszą być stale syntetyzowane. Z jednej bowiem strony w reprodukcji powstają nowe komórki,



Rys. 13. Schemat przepływu elektronów w procesie fotosyntezy według modelu Hill-Bendalla z modyfikacjami Govindjee'ego (1974). Dwa centra reakcji są pobudzane przez energię fotonów (ew. uzyskaną pośrednio od innych barwników) i emitują elektrony. Te zostają przejęte przez łańcuch związków transportujących. Począwszy od pierwszych elementów łańcucha (Q w centrum reakcji II, X w centrum I) elektrony są przekazywane zgodnie ze spadkiem energii w kierunku wyższego potencjału oksydo-redukcyjnego, dla którego skala jest zaznaczona po lewej stronie diagramu. Po emisji ujemnego elektronu, centrum staje się dodatnie elektrostatycznie i przyciąga elektrony, każde z centrów od swojego donatora. Dla systemu I donatorami są molekuly PC (plastocyjaniny, wzgl. cytochromu f). Dla systemu II donatorami są molekuly hipotetycznego związku Z, który jest z kolei zasilany przez elektrony pochodzące od molekuł wody (w reakcji fotolizy). Symbole P700 i P680 mają charakteryzować maksima absorpcyjne chlorofilów a, właściwych dla danego centrum (systemu) reakcji. PQ — plastochinon, Cyt_f — cytochrom f, PC — plastocyjanina, FRS — substancja redukująca ferredoksynę, FD — ferredoksyna, R — reduktaza ferredoksyny. Ostatnim ogniwem reakcji jest redukcja NADP⁺ na NADPH. Z niektórymi ogniwami przepływu energetycznego sprzężona jest reakcja fosforylacji ADP na ATP. Jony wodorowe uwalniane z wody pojawiają się ostatecznie w zredukowanym NADPH

z drugiej składniki czynne w procesach cyklicznych ulegają zużyciu i muszą być uzupełniane. Synteza wymaga czynności bardzo licznych enzymów, a z kolei i metabolizmu całości komórki. Synteza molekuł białkowych odbywa się w cytoplazmie na organellach zwanych rybosomami. Organelle te są budowane według wzorców DNA genetycznego. Synteza molekuł białka zachodzi również według wzorców kodowych DNA. Tak procesy fotosyntezy, jak czynność kodowego DNA są związane z formacjami membranowymi.

Wszystko powyższe wskazuje na zasadnicze znaczenie komórki i jej cytoplazmatycznego środowiska dla biegu fotosyntezy i całości metabolizmu żywej jednostki.

Zważmy też jeszcze, że liczne procesy związane z fotosyntezą odbywają się na strukturach luźnie pomieszczonych w cytoplazmie, jak tylakoidy i rybosomy, że liczne elementy przemian mają postać koloidów lub drobnocząsteczkowych składników rozpuszczonych i zdolnych do dyfuzji. Gdyby teren komórki nie był otoczony plazmamembraną, składniki te uległyby rozproszaniu. Wirusy upłynniają zakażone komórki drogą uszkodzenia ściany komórki lizozymem. Doświadczalne zniszczenie błony komórkowej pociąga za sobą zgubę komórki. Wszystko wskazuje, że proces fotosyntezy zachodzący w tylakoidach może odbywać się jedynie w środowisku cytoplazmy komórkowej.

Obok sinic i bakterii fotosyntetyzujących, za najprostsze ustroje komórkowe uchodzą ustroje mykoplazmatyczne [8]. Są one jednak jednostkami pasożytniczymi i saprofitycznymi, niezdolnymi do fotosyntezy.

Stajemy więc tu znawu wobec wspomnianej na s. 10 luki, nie wyjaśnionego elementarnego stopnia ewolucji. Pewne możliwości zapoczątkowania życia znajdujemy w syntezach abiotycznych, jak też w istnieniu środowiska wodnego, w którym te składniki mogły ulegać zagęszczeniu, jak też katalitycznym wpływom. Istnieje wyobrażenie „pierwotnej zupy chemicznej”, w której mogło dochodzić do syntezy coraz bardziej złożonych związków. Zważmy jednak, że komórki i liczne zawarte w nich składniki są wrażliwe na krótkie promieniowanie. Nie tylko ich ewolucyjny rozwój, ale nawet utrzymanie się w ciągłości byłoby niemożliwe pod pozafiołkowym napromieniowywaniem. Rozwój życia wymaga osłony ozonowej, ta zaś wytwarza się z atmosferycznego tlenu. Wszelkie dane [10, 26] wskazują, że gazy otaczające pierwotną Ziemię miały charakter redukujący i że tlenu w nich nie było. Według danych H. D. Hollanda (cyt. za Kenyon i Steinman) pierwotna atmosfera zawierała metan, amoniak, wodór, CO_2 i parę wodną obok drobnych ilości niektórych innych gazów. Tlen miał pojawiać się dopiero w następstwie rozkładu wody pod działaniem organizmów fotosyntetyzujących.

Tak więc, jak wyprowadziliśmy, fotosynteza wymaga środowiska komórkowego, komórki zaś mogłyby rozwinąć się i istnieć tylko w warunkach osłony przed krótkofalowym napromieniowaniem. Osłony tej nie było w pierwotnej atmosferze, zaś pojawiła się dopiero pod wpływem pojawienia się tlenu, wytwarzanego przez fotosyntetyzujące komórki. Z powyższego zdaje się wypływać tylko jedna możliwość: faza rozwoju komórek musiała być poprzedzona przez rozwój niekomórkowych systemów rozkładających wodę i produkujących tlen, a zasilanych przez krótkie promieniowanie. Jakież mogłyby to być systemy?

Zgodnie z wspomnianymi przypuszczeniami musiałyby one mieć postać „chemicznej zupy” i mieścić się w wodach pierwotnej Ziemi. Nie byłyby one odgraniczone błonami i musiałyby obejmować większe obszary. Stężenie reagujących ze sobą molekuł musiałoby być w nich o wiele mniejsze niż w cytoplazmie. Toteż prędkość procesów byłaby znacznie wolniejsza. Za to proces byłby bardziej powszechny i obejmowałby większe masy substancji. Proces wychodziłby z produktów powstających abiotycznie i należy zastanowić się nad istotną różnicą zjawisk zachodzących w naturze martwej i procesie życia. Przyjmujemy tu z góry, że różnica taka istnieje, tj. że jakkolwiek życie toczy się według praw dotyczących

natury martwej i zgodnie z nimi, ale posiada własną jakość, której nie ma w nieożywionym świecie.

Typową cechą żywej jednostki jest jej prawidłowa budowa, typowa dla jednostek danego gatunku, zaś różna w jednostkach różnych gatunków. W skład żywej jednostki wchodzi niektóre pierwiastki, przy czym atomy tych pierwiastków są w jednostce w typowy i dla niej specyficzny sposób uporządkowane, formując jej strukturę. Inaczej mówiąc, jednostka żywa stanowi rodzaj uporządkowanej struktury. Od czasów T. Schwanna wielokrotnie dostrzegano w tym analogię do budowy kryształów. Wielokrotnie też tę analogię odrzucano. W każdym razie nie da się zaprzeczyć, że tak w skład żywej jednostki, jak kryształu wchodzi tylko niektóre określone rodzaje pierwiastków i że tworzą w nich zespoły o ściśle określonych proporcjach i typowych strukturach. Dostrzec natomiast można pewne zasadnicze różnice między jednostkami żywymi i krystalicznymi. Postaramy się różnice te ująć jako sposób ich formowania się i jako spontaniczność podtrzymywania własnych procesów twórczych, które można by określić jako samobieżność jednostki.

W odpowiednich warunkach środowiskowych kryształy rośnie i ulega reprodukcji. W jego strukturze tkwi zdolność propagowania własnego systemu porządkowania materii. Przyłącza on z otoczenia elementy odpowiadające jego strukturze. Wywiera on na otoczenie wpływ siłami „indukcji krystalicznej”, względnie emanuje z niego działanie na odległość. W przypadku makromolekuł wpływy te mogą rozciągać się na odstęp rzędu 100 mikronów [21]. Siły te powodują nie tylko odpowiednie szeregowanie się i dołączanie materiału do sieci atomów kryształu, lecz wywołują tworzenie się nowych analogicznych struktur „potomnych” w sąsiedztwie [4, 11, 12].

Do cech właściwych kryształom należy, że elementy składowe ich struktur znajdują się w otoczeniu w gotowej postaci, a ich odkładanie zachodzi zgodnie ze spadkiem potencjału termodynamicznego. Jednostki żywe nie znajdują w otoczeniu własnych gotowych elementów, lecz muszą je najpierw zsyntetyzować, zanim odłożą je w swych strukturach. Równocześnie syntetyzowanym elementom zostaje nadana specyficzność strukturalna danej żywej jednostki.

Druga różnica, samobieżność, jest związana z pierwszą. Losy rozwoju struktury krystalicznej są całkowicie zależne od warunków otoczenia. Jeśli w otoczeniu brak elementów składowych, wzrost jednostki zostaje zatrzymany, a nawet jej własne części składowe mogą ją opuszczać i rozchodzić się w otoczeniu. W jednostce krystalicznej nie ma metabolizmu, którego istotą byłaby nieustanna aktywna wymiana materii z otoczeniem. Stan kryształu nie wymaga stałego podtrzymywania. Jego części składowe znajdują się w równowadze z takimi samymi elementami istniejącymi w postaci wolnej w otoczeniu. W niezmiennych warunkach kryształ może utrzymywać się wiecznie bez dopływu materii czy energii z zewnątrz. Tymczasem jednostka żywa wymaga stałego dopływu energii z zewnątrz. Ma ona zdolność aktywnej produkcji własnych elementów, pod warunkiem zasilania energią z zewnątrz. Dopływ energii w pewnej mierze uniezależnia jednostkę od innych warunków otoczenia. Posiadany przez nią zasób energii, nieustanne jego dopełnianie i nastawienie czynnościowe struktur jednostki nadają jej aktywność życiową, umożliwiając dostosowanie się do zmian otoczenia, wyszukiwanie sobie regionów, w których dopływ energii i obecność odpowiedniej materii zabezpiecza jej dalszy wzrost i reprodukcję. Własna struktura, w której znajduje się zasób

energii, zabezpiecza żywej jednostce jej samobieżność, jej aktywność adaptacyjną.

Obok więc własności wspólnych wszystkim uporządkowanym strukturom, a polegających na zdolności do propagowania własnego systemu porządkowania materii, żywe jednostki cechuje nowa jakość samobieżności, tj. aktywnego udostępnienia sobie odpowiednich warunków bytowania. Specjalna ta własność zależy całkowicie od posiadanej zasoby energetycznego zamkniętego w jej własnych strukturach i zasilanego stale z zewnątrz. Wraz z tą nową cechą jednostka żywa staje się systemem o nieustannej aktywności. O ile kryształ w izolacji może trwać wiecznie, o tyle system żywy ginie, jeśli jego nieustanny bieg przestaje być zasilany. Pozostaje to w zgodzie ze starym porównywaniem życia do płomienia lub do strumienia wody. Z powyższym związana jest konieczność zachowywania genetycznego wzorca, również wyposażonego w zasób energii.

Zgodnie z powyższym, początkowe fazy powstawania samobieżnych systemów musiały zależeć od nieustannego dopływu energii, a więc promieniowania. W składzie systemu musiały znajdować się molekuly różnego rodzaju, prostsze od składników dzisiejszych żywych organizmów, ale takie, z których te ostatnie dałyby się wyprowadzić. Musiałyby się w nich znaleźć aminokwasy, zasady organiczne, fosforany, poliole, kwasy organiczne. Bieg przemianom byłby nadawany przez promienie pozafioletkowe, a więc system musiałby zawierać składniki absorbujące odnośne do kwanty. Większość energii słonecznej napływa począwszy od fal długości 240 nm. Substancje pochłaniające te graniczne promienie musiałyby znajdować się w tych systemach. Wśród powstających abiotycznie biomonomerów znajdujemy szereg takich substancji, jak niektóre aminokwasy, jak związki porynowe i pirymidynowe, jak pochodne acetyleny, pochodne izoprenu. Wydaje się więc prawdopodobne, że promienie pozafioletkowe powodowały stany wzbudzenia w różnych rodzajach molekuł organicznych i że systemy samobieżne powstały drogą czynnościowego zespolenia się szeregu różnych składników, które się wzajemnie uzupełniały.

Substancje absorbujące krótkie promienie byłyby „barwnikami” ultrafioletu. Każda absorbowałaby część krótkofalowego promieniowania. Energia wzbudzenia prowadziła do wyładowania się molekuł i część wyładowań miała postać emisji elektronów. Składniki emitujące elektrony stawałyby się w następstwie aktywne elektrostatycznie i uzupełniałyby swoje ładunki drogą pobierania elektronów od molekuł wody ulegających rozpadowi. W tym procesie musiałby być uwalniany tlen molekularny. Elektrony i protony powstające w tym procesie prowadziłyby do redukcji składników w środowisku, co umożliwiałoby tworzenie się aldehydu mrówkowego i jego polimerów, jak też innych związków węgla. Powstające tak związki organiczne byłyby magazynem energii, gotowym do wykorzystania w spalaniach, pod warunkiem odpowiednich katalitycznych wpływów.

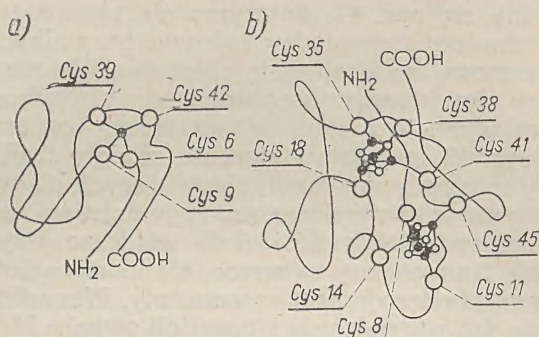
Katalizę podobną do enzymatycznej, m. in. utlenianie sacharydów w tlenie atmosferycznym, stwierdzono u niektórych związków klatratowych [3]. W prądzie elektronów tworzą się łatwo wielofosforanowe pochodne zasad organicznych. Zgodnie z teorią chemiosmotyczną, protony mogłyby wytwarzać różnice potencjału na strukturach lipidowych. Mieilibyśmy więc szereg możliwości tworzenia się różnic potencjałów termodynamicznych i zespolowych wzajemnych wpływów.

Jeśli przyjrzymy się rys. 11, dojrzymy całą procesów przekazywania energii stanów wzbudzenia pomiędzy różnymi barwnikami fotorecepcyjnymi. W układzie mogą znajdować się chlorofile, karotenoidy i fikobiliny. Istnieje między nimi hierarchiczna zależność składników chwytających energię i przekazujących ją z kolei następującemu ogniwu. Przyjrzyjmy się teraz z kolei rys. 13, przedstawiającemu zespoły transporterów elektronowych. Mamy tu szereg substancji chwytających elektrony o pewnym potencjale energetycznym i przekazujących je dalszym ogniwom zespołu. I tu mamy hierarchiczną zależność i, o ile wiadomo, fizjologiczną kolejność. Nie wszystkie transportery są znane, ale mamy wśród nich ferredoksynę, plastochinon, plastocyjaninę, cytochromy. Wszystkie one mają absorpcje w zakresie fal widzialnych i pozafioletowych. Mechanizm chwytania kwantów jest u tych substancji różny, ale w wielu przypadkach przypominający to, co wiemy o barwnikach fotosyntetyzujących. U plastochinonu zależy on od skoniugowanych wiązań łańcucha węglowego. U innych rozluźnienie systemu elektronów zależy od zespołowej struktury jonu metalicznego i jego organicznej oprawy, przypominającej blisko oprawę jonu magnezu chlorofilów. W systemie transportu elektronów mamy bliskie podobieństwa do systemu fotorecepcyjnego. Pierwszy przewodzi energię zaliczaną do chemicznej, drugi energię fizyczną. Analogia ta może być nie bez znaczenia ewolucyjnego.

Składniki transportujące elektrony nie biorą udziału w procesie dzisiaj zachodzącej fotorecepcji. Natomiast byłoby możliwe, że kiedyś pełniły one to zadanie. Mielibyśmy tu inny stopień przejmowania energii dopływającej ze Słońca. System ten byłby pierwotnie nastawiony na absorbowanie kwantów fal krótszych. Z czasem czynność ta została temu systemowi odebrana. Z jednej strony doszło do stopniowego zagęszczania się zasłony ozonowej i zanikania promieniowania krótkofalowego. Z drugiej, nowe doskonalsze systemy nastawione głównie na fotony objęły przejmowanie energii. Wcześniejsze kwantoaabsorbenty absorbowwały fale krótkie i pod znaczną ich energią produkowały elektrony. Z czasem przystosowały się do chwytania i przewodzenia energii pod postacią elektronów. O ile kwanty krótkich fal były dostatecznie zasobne w energię do wybijania elektronów, fotony byłyby na to zbyt słabe. Dla emitowania elektronów potrzebne są zespoły uporządkowanych molekuł, a także obecność akceptorów elektronowych, rekrutujących się ze składników archaicznego systemu. Nowe systemy fotorecepcyjne nie mogą przekazywać energii bezpośrednio na procesy metaboliczne. Zgodnie z prawem biogenetycznym, czynią to one za pośrednictwem systemu archaicznego, mającego dawniej ustalony kontakt z elementami czynnymi w metabolizmie.

Obok składników pokrewnych barwnikom fotorecepcyjnym, do jakich należy skoniugowany łańcuch węglowy i protoporfiryna z metalicznym jądrem, w systemie transportującym elektrony znajdujemy ferredoksyny. W ostatnich paru latach zdołano zbliżyć się do zrozumienia mechanizmu działania ferredoksyn. Są to niskomolekularne białka, których elementem aktywnym elektronowo są krystaliczne jądra złożone z atomu albo atomów żelaza i siarki [9]. Jądro jest czynne jako dwuanion o rozluźnionym systemie elektronów, łatwo ulegający redukcji lub oksydacji.

Różne własności jąder żelazowo-siarkowych zdają się świadczyć o ich znacznej pierwotności biologicznej. Białka tego rodzaju znajdują się we wszystkich ustrojach, począwszy od bakterii a kończąc na wyższych roślinach i ssakach. Czynne są więc one nie tylko w procesie fotosyntezy.



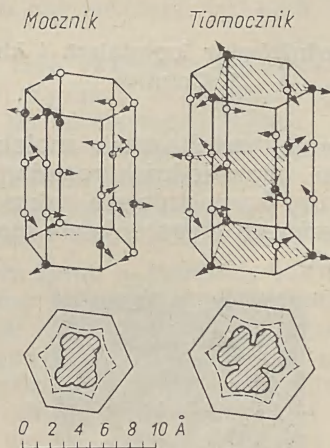
Ryc. 14. Układ strukturalny łańcuchów polipeptydowych niektórych białek wyposażonych w jądra żelazowo-siarkowe zdolne do zmiany stanu systemu elektronów. Nieć wyobraża układ uzwojenia nici polipeptydowej. Cys — reszty cysteinowe w łańcuchu peptydowym. Liczby przy cysteinach oznaczają kolejność tego aminokwasu w peptydzie, licząc od końca aminowego (NH_2). Czarne kółka — atomy żelaza. Jasne małe kółka — atomy siarki. Większe jasne kółka — reszty cysteinowe z ich atomami siarki. NH_2 i COOH — końce aminowy i karboksylowy nici polipeptydu; a — białko rubredoksyny *Clostridium pasteurianum*, zawierające jądro z jednym atomem Fe ujętym tetraedrycznie przez 4 siarki cystein białka; b — białko ferredoksyny *Peptococcus aerogenes* z dwoma jądrami czynnymi elektronowo. Każde z nich ma postać nieregularnego sześcianu zbudowanego z 4 atomów Fe i tyluż atomów S, połączonych ze sobą w zespół 4 tetraedrów. Całość jądra trzymana jest przez atomy siarki 4 reszt cysteinowych białka

Ich własności widmowe i czas formowania się stanów wzbudzenia, jak i wyładowania, umożliwiają tym związkom absorpcję fal krótszych niż widzialne. W organizmach nie fotosyntetyzujących białka te znalazły różnorodne zastosowania, np. w procesie przyswajania azotu u bakterii azotowych albo w procesie hydroksylacji steroidów w nadnerczach ssaków.

Wszystko powyższe oparte jest na mniemaniu, że stare systemy kwantorecepcji krótkich fal przystosowały się do nowych warunków. W miarę zagęszczania się filtru ozonowego przyczyniały się one do tworzenia nadbudówki złożonej z zespołu związków absorbujących dłuższe promienie, po czym zaadaptowały się do nowej roli przenośników energii. Tymczasem istnieje przekonanie, że zdolność do adaptacji jest cechą żywych stworzeń, nie zaś układów nieożywionych. Na przekór temu przekonaniu, w ostatnich czasach gromadzą się dane świadczące o zdolnościach przystosowawczych składników natury martwej. Nie mamy tu na myśli adaptacji wykształconych już formacji krystalicznych, ale zmiany zachodzące w trakcie formowania się uporządkowanych struktur. Przytoczmy tu z tego zakresu tylko kilka faktów, których liczba łatwo dałaby się pomnożyć.

Oto wiadomo, że podczas formowania się struktury kryształu do jego sieci łatwo dostają się rozliczne niezwykłe składniki. Takie zastępstwo jest uzależnione od różnych czynników. M. in. znana jest reguła Goldschnidta dotycząca rozmiarów obcego elementu. Wielkość jego nie musi być taka sama jak składnika typowego. Element o odpowiednich właściwościach dopasowuje się łatwo, jeżeli jego rozmiary nie różnią się więcej niż 15% składnika mniejszego. Sam element i sieć krystaliczna mogą w pewnej mierze dopasować się wzajemnie.

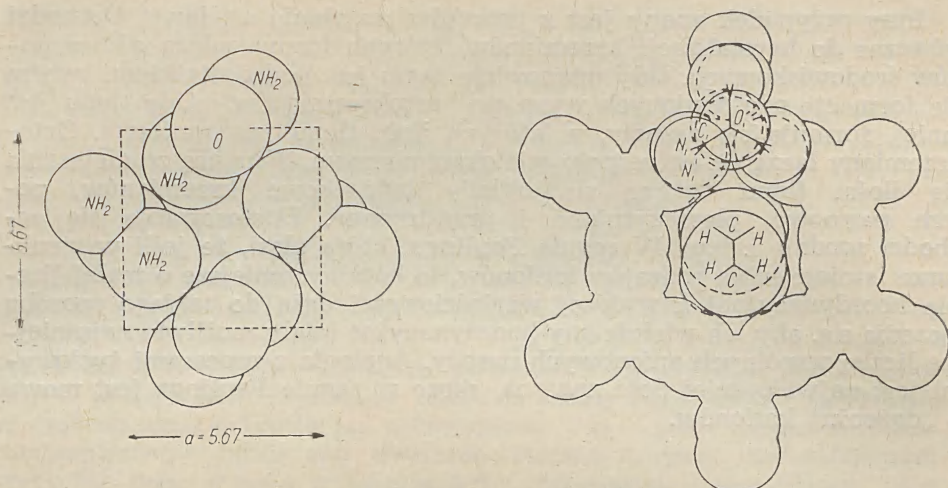
Inny przypadek znany jest z procesów zestalania się lawy. Dochodzi wówczas do krystalizacji krzemianów, których formy zależą od warunków środowiskowych. Gdy mianowicie tlenu jest pod dostatkiem, tworzą się formacje odosobnionych wyspowo ortokrzemianów. Gdy tlenu jest mniej, formują się zespoły, w których ilość tlenu jest mniejsza. Ortokrzemiany łączą się na zespoły wielokrzemianowe. W miarę zmniejszania się ilości tlenu tworzą się układy łańcuchowe krzemianów, potem pasmowe, płaszczyzniane i przestrzenne. Dostosowanie się zachodzi zgodnie z tzw. IV regułą Paulinga, która głosi, że jeśli w strukturze istnieje kilka rodzajów kationów, to kationy mniejsze o mniej liczbie koordynacyjnej a wyższej wartościowości dążą do takiego sposobu łączenia się, aby ich wielościanny koordynacyjne miały możliwie najmniejszą liczbę wspólnych anionowych naroży. Analogia z procesami życiowymi jest najwidoczniej dość znaczna, skoro w regule Paulinga jest mowa o „dążeniu” kationów.



Rys. 15. Heksagonalne struktury mocznika i tiomocznika według F. Cramera. Objaśnienie w tekście

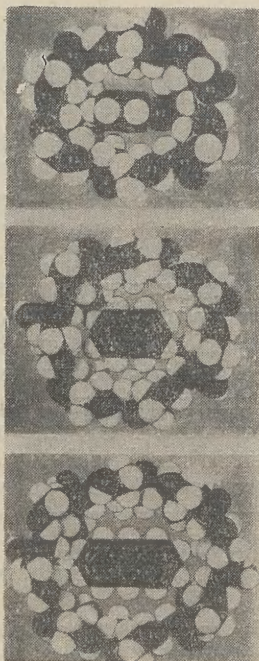
Jeśli mocznik krystalizuje z roztworu, tworzy on kryształy o budowie tetragonalnej. Gdy natomiast w roztworze znajdują się pochodne węglowodorów o łańcuchach prostych, mocznik krystalizuje inaczej. Tworzy on struktury heksagonalne, mające postać pustych wewnątrz kanałów, w których znajdują się uwiecznione molekuly tzw. gości — podłużnie uszeregowane molekuly węglowodorów. Podobnie zachowuje się tiomocznik, który jednak tworzy obszerniejsze kanały, w których nie układają się węglowodory z łańcuchami prostymi, lecz z rozgałęzionymi, jak też molekuly większych rozmiarów. Specyficzność zespołu składnika krystalizującego i jego gości jest tu tak znaczna, że zjawisko dało podstawę dla metod separowania węglowodorów i innych pokrewnych związków, np. kwasów tłuszczowych.

F. Cramer w pewnej mierze wyjaśnił mechanizm dostosowywania się molekuł mocznika do uwiecznionych „gości”. Istotą rzeczy jest wielkość progu potencjału termodynamicznego. Gdy mocznik krystalizuje sam, układ siatki krystalicznej pozostawia sporo wolnego miejsca, a wysycenie mostkami wodorowymi między molekułami nie jest korzystne, gdyż prze-



Rys. 16. Układ atomów i rodników w kryształach i klatratkach mocznika według F. Cramera

szkadzają temu rozmiary i ukształtowanie molekuł. Gdy natomiast pojawiają się molekuły obce odpowiednich rozmiarów, mocznik może wokół nich formować struktury korzystniejsze, tak pod względem wypełnienia przestrzeni, jak wzajemnego wysycenia się molekuł mocznika między sobą i z molekułami gości.



Rys 17. Formacje cykloheksanów alfa, beta i gamma według F. Cramera. Białe kule reprezentują atomy wodoru, którymi wyłożone jest wewnętrzne formacji krystalicznej

W pewnych warunkach tworzyć się mogą cykliczne struktury molekuł glukozy zwane cyklodekstrynami. W obecności chlorobenzenu tworzy się pierścień, względnie kanał cykloheksa-glukanu, mający wewnętrzną średnicę 0,6 nm, gdzie mieści się molekula gościa. Jeśli w środowisku zamiast chlorobenzenu znajduje się naftalina o większych molekułach, powstaje obszerniejszy pierścień cyklohepta-glukanu, o wewnętrznej średnicy 0,75 nm. W obecności natomiast antracenu powstaje cyklooktaglukan z kanałem o średnicy 0,9 - 1 nm.

Środowisko wnętrza pierścienia cyklodekstryn ma charakter inny niż otoczenia. Wpływa to na charakter molekuł usadowionych we wnętrzu. Zmiany mają postać katalitycznego działania, w którym łatwo zachodzi utlenianie składników wnętrza tlenem powietrza.

Przedstawione fakty dotyczą jednostek pogranicza molekuł organicznych i ich zespołów mających postać tego, co nazwaliśmy samobieźnymi formacjami. Przyjęcie istnienia pierwotnych systemów zdolnych do przemowy i użytkowania energii promieniowania pozafotkowego dla budowy stabilnych wiązań chemicznych pozwala wytłumaczyć szereg zjawisk:

- 1) przedkomórkową fazę tworzenia się samobieźnych systemów,
- 2) powstanie żywych formacji wrażliwych na krótkie fale w warunkach dopływu tych fal do powierzchni Ziemi,
- 3) pojawienie się tlenu w atmosferze i zasłony ozonowej przed wykształcaniem się żywych form komórkowych,
- 4) istnienie śladów CO_2 i znacznych ilości tlenu w dzisiejszej atmosferze, wobec znacznych ilości CO_2 i braku tlenu w atmosferze pierwotnej.

W ujęciu tego poglądu życie — podobnie jak syntezy abiotyczne w Kosmosie — jest napędzane energią fal elektromagnetycznych. Pierwotne systemy samobieżne, jak i dzisiaj istniejące żywe jednostki są dalszym ciągiem pierwotnych abiotycznie powstających molekuł. Energia promieniowania prowadzi do rozbijania wcześniej uformowanych struktur. W warunkach płynnego środowiska wodnego, dochodzi wówczas do nowego rodzaju porządkowania materii. W tym przeszerogowaniu biorą udział tylko niektóre pierwiastki. Składniki nie zużyte pozostają w otoczeniu, powodując jego zanieczyszczenie. To ogólne prawo dotyczy wszelkich nowo powstających formacji wszystkich pięt organizacji.

Powyższy ogólny proces pociąga za sobą również ogólne skutki, gdyż prowadzi do zmiany stosunku systemu i środowiska, w jakim system się znajduje. Zmiany te stają się widoczne i dotkliwe, jeśli proces życiowy występuje masowo. Zachodzi wówczas:

- 1) wyczerpywanie się materiału, z którego formowane są żywe struktury, oraz
- 2) zagęszczanie się materiału odpadkowego.

Oba te następstwa zmieniają warunki bytowania. Jak widzieliśmy, żywe jednostki przejawiają własności adaptacyjne. W miarę tworzenia się zasłony ozonowej, doszło do przystosowania się do pobierania nowej formy energii. Podobnie, w miarę zmniejszania się zasobu dwutlenku węgla w atmosferze, część organizmów przestawiła się na wyłączne czerpanie energii ze spalań, co powoduje zwrot części węgla składników organicznych jako CO_2 do atmosfery. Proces ten podtrzymuje dalszy bieg fotosyntezy przyczyniając się do krążenia węgla w przyrodzie. Bocznym ujęciem tego krążenia jest stałe odkładanie węgla w substancjach nie dających się biologicznie wykorzystać, mianowicie w solach węglanów,

a współcześnie także w przemysłowo produkowanych plastikach, które stopniowo w coraz większej masie gromadzą się w wodach oceanów.

Każdy rodzaj życia swoją własną aktywnością podcina swoje istnienie.

LITERATURA

- [1] Barghoorn E. S. — *The oldest fossils*. Scientific Amer., 224(5), 1971, 30—40.
- [2] Berger I. A. i wsp.: — *Occurrence and significance of formaldehyde in the Allende carbonaceous chondrite*. Nature, 236, 1972, 155—158.
- [3] Cramer F. — *Einschlussverbindungen*. Angew. Chemie, 64, 1952, 437—447. oraz tamże, 68, 1956, 115—120.
- [4] Distler G. I. i Oboronov V. G. *Photoelectret mechanism of long range transmission of structural information*. Nature, 224, 1969, 261.
- [5] Goodman i wsp.: — *Darwinian evolution in the genealogy of haemoglobin*. Nature, 253, 1975, 603—607.
- [6] Govindjee i Govindjee R. — *The absorption of light in photosynthesis*. Scientific Amer., 231(6), 1974, 68—82.
- [7] Govindjee i Papageorgiou G. — *Chlorophyll fluorescence*, s. 1—46 w A. C. Giese: *Photophysiology*, vol. VI, Acad. Press, New York 1971.
- [8] Hayflick L. — *Biology of the Mycoplasmatales*, s. 3—25 w S. Madoff *Mycoplasma and the L form of bacteria*, Gordon and Breach, New York 1971.
- [9] Holm R. H. — *Iron-sulfur clusters in natural and synthetic systems*. Endeavour, 34, 1975, 38—43.
- [10] Kenyon D. H. i Steinman G. — *Biochemical predestination*, McGraw-Hill, New York 1969.
- [11] Knight C. i Knight N. — *Snow crystals*. Scientific Amer., 228(1), 1973, 100—107.
- [12] Kuzniecowa W. D. — *Krystally i kristallizacija*. Gosudizdat, Moskwa 1953.
- [13] Lang N. J. i Whitton B. A. *Arrangement and structure of thylakoids*, s. 66—79 w N. G. Carr and B. A. Whitton: *The biology of blue-green algae*, Univ. California Press, Berkeley 1973.
- [14] Lang L. — *Absorptionspectra*. Hung. Ac. Sci, Budapest 1961—1965.
- [15] Lawless J. G. i wsp. — *Organic matter in meteorites*. Scientific Amer., 226 (6), 1972, 38—46.
- [16] Modzeleski V. E. i wsp. — *Carbon compounds in pyrolysates and amino acids in extracts of Apollo 14 lunar samples*. Nature Phys. Science, 242, 1973, 50—52.
- [17] Nagy L. — *Transvaal stromatolites*. Science, 183, 1974, 514—515.
- [18] Norman C. — *SSTs*. Nature, 253, 1975, 298—299.
- [19] Oparin A. I. — *Powstanie życia na Ziemi*. PWN, Warszawa 1968.
- [20] Spelsberg T. C. — *La fonction des histones*. Triangle, 13, 1974, 151—164.
- [21] Staab H. — *Wstęp do teoretycznej chemii organicznej*. PWN, Warszawa 1966.
- [22] Szabuniewicz B. *Narodziny, metamorfoza i zmierzch pojęcia komórki*. Acta Physiol. Pol., 24, 1973, suppl. 7, 755—791.
- [23] Thomson A. J. — *Proteins which bind polyenes and react with photons*. Nature, 254, 1975, 178—179.
- [24] Turner B. E. *Interstellar molecules*. Scientific Amer., 228(3), 1973, 51—68, oraz art. red. Science, 182, 1973, 467.
- [25] Turro N. J. i Schuster G. — *Photochemical reactions as a tool in organic syntheses*. Science, 187, 1975, 303—312.
- [26] Valden L. van — *The history and stability of atmospheric oxygen*. Science, 171, 1971, 439—443.

FLORA MIOCENSKA TUROWA

Turów to dobrze znana kopalnia odkrywkowa, w której eksploatowany jest 70-metrowy kompleks warstw węgla brunatnego, przykryty 35-metrowym nadkładem. Ten ok. 100-metrowy profil, dostępny do badań w parokilometrowej odkrywce, zbudowany jest z różnych genetycznie osadów, zawierających zwęglone szczątki egzotycznej roślinności, zachowane w postaci pni drzew, liści, owoców, nasion i bogatej mikroflory. Tu przed 30 niemal laty zaczęła się wielka przygoda naukowa Profesor Hanny Cieczottowej, trwająca po dzień dzisiejszy.

W tymczasowym doniesieniu z 1948 r. prof. H. Cieczottowa pisze: „Rozpocząłem pracę na kopalni Turów w lecie 1947 r. Pobrałam wówczas 400 próbek na pyłki i ok. 200 na drewna. Lignity namiesione napotkać można w obrębie całego pokładu, pnie in situ występują dopiero nad stropem pokładu, wśród warstw łupków ilastych. W roku 1948 udało się natrafić na szczątki makroflory”.

Zadanie do wykonania jest w swej skali ogromne. Prof. H. Cieczottowa od razu dochodzi do przekonania, że paleobotaniczne opracowanie Turowa jest możliwe tylko przez dobrze dobrany zespół. Nie zwlekając zaprasza do współpracy grono osób zatrudnionych w Muzeum Ziemi i na Uniwersytecie Warszawskim z prof. dr M. Kostyniukiem, prof. dr A. Skirgiełło i doc. dr Z. Zalewską na czele. Ośrodkiem całości badań staje się Muzeum Ziemi. Tu gromadzone są zbiory przywożone z corocznych wypraw do kopalni i w wydawnictwach tej przede wszystkim instytucji ukazują się drukiem publikacje poświęcone florze Turowa.

W roku 1959 prof. H. Cieczottowa ogłasza obszerną rozprawę o podstawowym znaczeniu dla całości badań pt. „Charakterystyka ogólna złoża w Turowie i flor kopalnych Zagłębia Żytawskiego na tle trzeciorzędowych flor zapadliska północno-zachodnich Czech”. Do zagadnień związanych z wiekiem tej flory wraca w rozprawie z 1970 r.

W latach 1959—1975 ukazują się drukiem prace zawierające szczegółowy opis szczątków roślin naczyniowych, a wśród nich szereg gatunków nowych dla nauki. Dotychczas opracowane materiały należą do 32 rodzin: H. Cieczottowa wspólnie z A. Skirgiełło — 22 rodziny, Z. Zalewska — 5 rodzin, H. Cieczottowa — 2 rodziny, A. Hummel — 2 rodziny, H. Cieczottowa wspólnie z K. Juchniewicz — 1 rodzina. Grzyby Turowa opracowała prof. A. Skirgiełło (1961), a mchy mgr Z. Baranowska-Zarzycka (1975).

Trzy rozprawy doc. Z. Zalewskiej dotyczą kopalnych drewn (1953—1956). Osobnym tematem stały się poziomy leśne, wyznaczone w profilu kopalni przez odziomki pni dzew szpilkowych, zachowanych w naturalnym położeniu. Z poziomów tych prof. M. Kostyniuk (1967) opracował, wraz ze swymi uczniami, próby pochodzące z 371 pni, wyróżniając 9 gatunków należących do 4 rodzajów. Uzyskane wyniki, zestawione

z rezultatami badań doc. Z. Zalewskiej nad luźnymi szczątkami drzew szpilkowych, pozwoliły na ocenę sukcesyjnego następstwa w składzie roślinności w czasie narastania pokładu węgla.

Duże znaczenie w całości prowadzonych badań nad florą Turowa posiadają studia anatomiczne dr K. Juchniewicz (1975) nad izolowanymi nąbkami liści (*cuticulae dispersae*). Stosując tę metodę autorka oznaczyła 23 gatunki roślin dwuliściennych i 10 z klasy jednoliściennych, a wśród nich nowe dla flory Turowa. W końcu wspomnieć należy, że w tym samym tomie Prac Muzeum Ziemi z 1975 r. ukazała się również publikacja A. Kohlman-Adamskiej i Z. Baranowskiej-Zarzyckiej o szczątkach makroskopowych roślin pochodzących z młodoholocentrycznych osadów występujących na terenie kopalni.

Dotychczasowe wyniki badań nad florą Turowa zawarte są w 23 publikacjach, odznaczających się z reguły znakomitą dokumentacją ilustracyjną. W większości przypadków były one ogłaszane w Pracach Muzeum Ziemi pod redakcją prof. H. Czechtowej i troskliwą opiką zmarłej niedawno prof. A. Halickiej, której kierownictwu Muzeum Ziemi tak wiele zawdzięcza.

Energia i pasja badawcza prof. H. Czechtowej sprawiły, że flora Turowa stała się dziś jednym z najlepiej i najwszechstronniej opracowanym stanowiskiem flory mioceńskiej w Europie. Osiągnięte wyniki są wysoko oceniane, a Turów często odwiedzany.

Praca nie jest jeszcze zakończona. Pozostają do zbadania szczątki roślin należące do pozostałych jeszcze rodzin, oraz — co jest szczególnie ważne — analiza palinologiczna profilu. Dopiero po wykonaniu tych prac będzie można zrealizować część III planu nakreślonego w rozprawie z 1959 r. Będzie w niej — pisze prof. H. Czechtowa — zawarta „... próba odtworzenia roślinności Zagłębia Żytawskiego w dolnym mioceenie; poruszone w niej będą wynikające z powyższego zagadnienia fitogeograficzne i paleoklimatyczne oraz przeprowadzone porównanie z florami trzeciorzędowymi Nadrenii i innymi”. W trudzie zmierzającym do wieńczącego to wspaniałe dzieło końca, towarzyszą prof. H. Czechtowej nasze najlepsze życzenia.

DZIEWORODNE GATUNKI JASZCZUREK KAUKASKICH
SĄ MIESZAŃCAMI

Jak wiadomo, na południowych stokach Kaukazu żyje grupa gatunków z rodzaju *Lacerta*, blisko spokrewnionych z gatunkiem *L. saxicola* Evermann. Sprawiały one wiele kłopotów zoologom. Pod koniec lat pięćdziesiątych znakomity herpetolog radziecki I. S. Darevsky udowodnił ostatecznie, że niektóre z tych gatunków rozradzają się wyłącznie przez partenogenezę. Odkrycie to spowodowało ogromne zainteresowanie rozrodem gadów. Dość szybko stwierdzono, że również w innych grupach jaszczurek istnieją gatunki partenogenetyczne. Tak np. wśród *Gekkonidae* dzieworodne są *Hemidactylus garnotii* i *Lepidodactylus lugubris*, wśród *Agamidae* — *Leiolepis triploida*, wśród *Teidae* — dwanaście gatunków z rodzaju *Cnemidophorus*, wśród *Xantusiidae* — *Lepidophyma flavimaculatum*, zaś wśród *Chamaeleontidae* — *Brookesia spectrum*. W jednej ze swych ostatnich publikacji Darevsky stwierdza, że istnieją co najmniej 24 gatunki partenogenetyczne wśród jaszczurek.

Udowodnienie, że niektóre gatunki z grupy *L. saxicola* rozradzają się biseksualnie, inne zaś są partenogenetyczne, a także przekonanie się, że w przyrodzie występują również bezpłodne osobniki triploidalne, będące wynikiem zapłodnienia diploidalnych jaj samic należących do gatunków partenogenetycznych przez haploidalne plemniki biseksualnych gatunków pozwoliło na rozstrzygnięcie wielu zagadnień spornych. Umożliwiło to Darevskiemu opracowanie monografii jaszczurek kaukaskich, która ukazała się w 1967 r. Monografia ta dała spójny obraz systematyki tych zwierząt, badania jednak trwają dalej.

Ostatnio [4] Uzzell i Darevsky ogłosili pracę, w której dnoszą o wynikach badania niektórych białek jaszczurek kaukaskich przy użyciu elektroforezy. Badano pięć białek: hemoglobinę i cztery enzymy. Wszystkie białka występowały w postaci kilku izoprotein wędrujących z różnymi szybkościami w polu elektrycznym. Pięć gatunków biseksualnych ma tylko po jednej formie każdej z izoprotein, są one więc homozygotyczne, z jedynym wyjątkiem *Lacerta portschinskii*, u której jeden z enzymów występuje w dwu odmianach: powolnej i pośredniej. Natomiast osobniki należące do gatunków partenogenetycznych są heterozygotami: *Lacerta armeniaca* i *L. dahli* okazały się heterozygotami w dwu loci, zaś *L. rostombekovi* i *L. unisexualis* w trzech loci.

Izoproteiny występujące u gatunków partenogenetycznych można identyfikować z izozymami gatunków biseksualnych. Na tej podstawie Uzzell i Darevsky dowodzą, że gatunek partenogenetyczny *L. armeniaca* powstał ze skrzyżowania biseksualnych gatunków *L. valentini* i *L. mixta*. Z kolei *L. unisexualis* jest mieszańcem *L. valentini* i *L. raddei nairensis*. *L. rostombekovi* pochodzi z krzyżówki *L. raddei raddei* z *L. portschinskii*, wreszcie *L. dahli* jest hybrydem *L. mixta* i *L. portschinskii*.

Wyniki badań Uzzella i Darevsky'ego potwierdzają niektóre dawniejsze hipotezy. Niejednokrotnie sugerowano, że formy partenogenetyczne powstały przez krzyżowanie odrębnych gatunków. Zwracano też uwagę, że formy dzieworodne są nie tylko dwukrotnie płodniejsze od swych biseksualnych przodków, ale ponadto mogą utrwać i powielać szczególnie pomyślne genotypy, w których może się zachowywać np. stała heterozygotyczność, co przypuszczalnie podnosi żywotność przez efekt heterozji. Równocześnie nowe dane podważają dawniejszą hipotezę Darevsky'ego i Kulikowej [3] tłumaczącą przebieg dojrzewania jaj jaszczurek partenogenetycznych.

Darevsky'emu i Kulikowej udało się odszukać tylko pięć niewyraźnych obrazów dojrzewania jaj partenogenetycznych. Chromosomów nie dało się na nich porachować, jednak stwierdzono obecność ciała kierunkowego. Na tej podstawie Darevsky i Kulikowa doszli do wniosku, że dojrzewające jajo przechodzi mejozę, a podwojenie liczby chromosomów jest albo skutkiem wyliminowania końcowej anafazy, albo też zachodzi po pierwszym podziale bruzdkowania. Żadne z tych przypuszczeń nie godzi się z faktami stwierdzonymi obecnie, a mianowicie ze stałą heterozygotycznością. Uzzell i Darevsky przypuszczają więc, że albo mejoza istotnie przebiega u samic partenogenetycznych, lecz przed jej rozpoczęciem liczba chromosomów zostaje podwojona, albo też pierwsze ciało kierunkowe dzieli się, a jedno z tak powstałych jąder łączy się ze zredukowanym jądrem jaja. Ostateczne sprawdzenie tych przypuszczeń nie będzie łatwe.

LITERATURA

- [1] Darevsky I. S. — *Skalnyje jaszczery Kawkaza*. Leningrad 1967.
- [2] Darevsky I. S. — *Gibridizacja i partenogenez kak faktory widoobrazowania u presmykajuszczichsia*. Trudy Zool. Inst. 53 335—348, 1974.
- [3] Darevsky I. S., Kulikowa V. N. — *Naturliche Parthenogenese in der polymorphen Gruppe der Kaukasischen Felseidechse (Lacerta saxicola Eversmann)*. Zool. Jb. Abt. Syst. 89 119—176, 1961.
- [4] Uzzell T., Darevsky I. S. — *Biochemical evidence for the hybrid origin of the parthenogenetic species of the Lacerta saxicola complex (Sauria Lacertidae), with a discussion of some ecological and evolutionary implications*. Copeia 1975 204—222, 1975.

WPLYW ZANIECZYSZCZEŃ MORZA (ROPA NAFTOWA, DDT, DETERGENTY) NA FLORĘ MORSKĄ

Na międzynarodowej konferencji technicznej odbytej w Rzymie w 1970 r., a poświęconej zanieczyszczeniom mórz oraz wpływom tych ostatnich na organizmy żywe, opracowane zostały wytyczne, wskazujące, że ropa naftowa, przedostająca się do oceanów, zgubnie wpływa na wszystkie ogniwa łańcucha biologicznego, co można prześledzić przy bezpośredniej obserwacji poszczególnych ogniw łańcuchów pożywienia. Największy wpływ mają zanieczyszczenia naftowe na florę i faunę wód nadbrzeżnych, gdzie występują większe skupienia ropy wskutek przypływów morskich. W takich to warunkach jadalne glony morskie wykazują powolniejszy wzrost i stają się nieprzydatne do spożycia. Okresowe wzrosty ilości ropy naftowej, nawet w nieznacznych ilościach, mogą doprowadzić do zmniejszenia się liczby gatunków, a niekiedy nawet do ich wymarcia. Niekiedy kumulacja produktów naftowych powoduje zmniejszenie się ilości tlenu rozpuszczonego w wodzie i masową śmiertelność licznych gatunków. Należy zaznaczyć, że w strefach zwrotnikowych flora i fauna są bardziej wrażliwe na zanieczyszczenia wód ropą naftową.

Według danych ONZ objętość wydobywanej ropy naftowej osiągnęła w 1967 r. 1850 mln t, w 1970 r. wynosiła już 2200 mln t, zaś w 1980 r. wydobywanie ropy naftowej ma wzrosnąć dwukrotnie, czyli osiągnie około 4000 mln t. Nie ulega wątpliwości, że w związku ze wzrostem wydobywania ropy naftowej będzie jednocześnie zwiększało się zanieczyszczenie Oceanu Światowego [7].

Skupienia nafty, pokrywające znaczne powierzchnie mórz i oceanów, mogą spowodować zachwianie przemiany energii ciepła, wilgoci i gazów, zachodzącej pomiędzy oceanem i atmosferą. W końcowym wyniku takie skupienia nafty mogą wpłynąć nie tylko na fizyczne i chemiczne właściwości oceanu, lecz również na klimat Ziemi. Energia cieplna oceanu jest ważnym czynnikiem kształtującym klimat oraz wpływa na bilans tlenu w atmosferze, gdyż ocean dostarcza większych ilości tlenu, potrzebnych do utrzymywania warunków życiowych.

Według danych ONZ ludzkość już „podarowała” przyrodzie około 0,5 mln t związków chloru, przede wszystkim DDT oraz w dalszym ciągu dostarcza przyrodzie ok. 60% rocznej produkcji tych związków. Związki chloru, dostające się do morza, ulegają kumulacji w organizmach morskich, podlegają absorpcji przez twarde cząsteczki opadające na dno, a tylko nieznaczna ich część ulega rozpuszczeniu. W chwili obecnej niektóre z tych związków, jak np. DDT, są szeroko rozpowszechnione na całej kuli ziemskiej. Okres ich półrozpadu w środowisku wodnym nie został dokładnie ustalony, lecz mierzy się latami. Ostatecznie zbadane zostało toksyczne oddziaływanie związków chloru na organizmy morskie.

Znane są właściwości nadzwyczaj toksycznych ółowiu i rtęci. Obliczenia wykazują, że w chwili obecnej w przestrzeniach oceanicznych zawartość ółowiu 2—3 razy przekracza ilości normalne. Rokrocznie w przyrodzie dokonuje się normalne przemieszczenie związków rtęci do morza w ilości ok. 5000 t, do tej liczby należy jeszcze dodać tyleż ton w związku z działalnością człowieka.

Naturalne zanieczyszczenia ropą naftową mają miejsce zwykle na obszarach jej występowania i wydobywania. Na innych terenach zanieczyszczenia morza ropą naftową pozostają głównie w związku z transportem lub wykorzystywaniem jako paliwa. Dane obserwacyjne niekiedy wskazują na nieznaczny wpływ katastrofalnych zanieczyszczeń na plankton morski. Tak np. jak to miało miejsce przy wydostaniu się, w czasie katastrofy, nafty z tankowca „Torrey Canyon”, przewożącego naftę [8], kiedy wśród organizmów fitoplanktonowych wystąpiła nieznaczna śmiertelność. Takie okrzemki jak: *Ditylum brightwelli* (West) Grүн., *Coscinodiscus granii* Gough i *Chaetoceros curvisetus* Cl. są bardzo wrażliwe na naftę oraz na paliwo do silników Diesla, których działanie toksyczne przejawia się w ciągu najbliższych 24 godz. Okrzemki *Melosira moniliformis* (O. Müll.) Ag. i *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz wytrzymują koncentrację ropy naftowej do 1%, chociaż przy znacznie niższych koncentracjach można obserwować zahamowanie wzrostu tych hodowli. Rozwój kultury *Nitzschia closterium* E. również ulega zahamowaniu, lecz przy większej koncentracji nafty przewyższającej 25%. Znacznie niższe koncentracje powodują nawet słabo pobudzające działanie.

Rośliny morskie w odróżnieniu od organizmów zwierzęcych mogą też ulegać uszkodzeniom, nie zawsze jednak tracą zdolności regeneracyjne. Glony, które znalazły się w obrębie znacznych wylewów nafty, dość szybko likwidują doznane uszkodzenia. Zaznacza się to u brunatnic, których plecha pokryta cienką warstwą śluzu nie tak szybko ulega zwilżeniu naftą surową. Znacznie łatwiej ulegają zanieczyszczeniom naftą rośliny strefy litoralnej, szybciej wysychające przy dostatecznie długim przebywaniu na powietrzu. W szczególności odnosi się to do glonu *Pelvetia canaliculata* (L.) Decne et Thur, przebywającego w wyższych warstwach strefy nadbrzeżnej. Na wyspie Santa Cruz, w przesmyku Santa Barbara, surowa nafta, która zalała wyższe warstwy występującej tam brunatnicy — wielkomorszczynu gruszkowego — *Macrocystis pyrifera* (L.) Ag., została łatwo splukana przez ruchy wody, podczas gdy znacznie zanieczyszczony mniejszy glon *Hesperophycus harveyanus* (Decne.) Setchell et Gardner szybko uległ zagładzie na całym obszarze nadbrzeżnym (Cruise Raport 1969). Po katastrofie tankowca „Tampico Mary” najbardziej ucierpiała brunatnica *Macrocystis*. Badania toksyczności rozlanego paliwa Diesla wykazały, że 0,1% emulsji powoduje prawie zupełne ustanie fotosyntezy odbywającej się w młodych liściach. Efekty tego procesu zaznaczają się już w ciągu 3 dni, podczas gdy nieodwracalne uszkodzenia spowodowane naftą powstają już po 6—12-godzinnym działaniu ropy naftowej. Emulsja 0,01% tłumiała proces fotosyntezy po upływie 7 dni. Mazut (ropał) jest jeszcze bardziej toksyczny. Clendenning K. A. i North W. J. [3] przeprowadzali badania nad wpływem koncentracji zanieczyszczeń na fotosyntezę; a więc przy koncentracji trujących zanieczyszczeń 0,001—0,01%, w ciągu 4 dni następował spadek procesu fotosyntezy o całe 50% Benzol przy koncentracji 0,007 zabijał w ciągu 1 godz. moczarkę kanadyjską — *Elodea canadensis* Michx.

Mackin J. G. [4] badał wpływ ropy naftowej na roślinność zasolonych wybrzeży morskich. Dość wrażliwe okazały się halofity, czyli słonorośla, jak *Distychlis spicata* L., soliród — *Salicornia* sp., spartina — *Spartina* sp. oraz młode okazy namorzyn (mangrowe), przy czym w jednej z serii eksperymentalnych rośliny te były spryskiwane naftą. Niektóre spośród roślin bardzo szybko wyginęły, jednak później cała roślinność uległa restytucji. Liczni badacze rozpatrywali wpływ zanieczyszczeń ropą naftową na roślinność nadbrzeżną. Tak niektóre trawy, jak kostrzewa czerwona — *Festuca rubra* L., mannica nadmorska — *Puccinellia maritima* (Huds.) Parl. łatwo wracały do życia. Natomiast takie gatunki, jak sódówka nadmorska — *Suaeda maritima* (L.) Dum. i soliród — *Salicornia* sp. bardzo powoli regenerowały, zaś świnka morska — *Triglochin maritima* L. i zawciąg morski — *Armeria maritima* (Mill.) Willd. w pierwszym roku nie odnawiały się. W czasie doświadczeń w szklarni ustalono, że 10% roztwór kwasu naftenowego w ilości 170 ml na 1 m² jest toksyczny dla mannicy — *Puccinellia*. Jednak znaczne niższe koncentracje nie dawały wyraźnych efektów. Zanieczyszczenia jednak przeszkodziły w kwitnieniu niektórych gatunków, stąd możliwe jest, że uszkodzenia liści spowodowały naruszenie fotoindukcji [5]. Chroniczne zanieczyszczenie wybrzeży morskich znacznymi ilościami wód ściekowych, zawierających między innymi pewne ilości nafty, mogą doprowadzić do pełnego zaniku halofitów.

Roślinność morska, występująca w strefie dopływów morskich oraz zbliżone do niej gatunki, jest wrażliwa na mocne zanieczyszczenia naftą, co następuje również przy przenoszeniu przez wiatr jej kropielek.

Dokładne badania nad fitotoksycznym oddziaływaniem węglowodorów przeprowadzono na roślinach łąkowych. W rolnictwie są one wykorzystywane jako herbicydy i insektycydy.

Świat morskich roślin i zwierząt, występujący na obszarach chronicznego zanieczyszczenia, spowodowanego przez ścieki przemysłowe bądź komunalne, zwykle odznacza się mniejszą różnorodnością, aniżeli wody nie zanieczyszczone, chociaż liczba gatunków rezystentnych może nawet być bardzo wysoka. Katastrofalne zanieczyszczenia prowadzą do powstawania odpowiedniego doboru gatunków uodpornionych [5].

W związku z katastrofą tankowca „Tampico Mary” można było prześledzić ekologiczne skutki zanieczyszczenia naftowego. Jednym z głównych czynników ograniczających rozpowszechnienie się brunatnicy wielkomorszczyzny gruszkowego — *Macrocystis pyrifera* jest pożeranie młodych roślin tego glonu przez takie zwierzęta jak jeżowiec morski — *Strongylocentrotus* oraz przez mięczaka, ślimaka morskiego, zwanego powszechnie „uchem morskim” — *Haliotis*. Chociaż sama brunatnica doznała bezpośredniego uszkodzenia z powodu wypływającego z tankowca paliwa z silnika Diesla, jednak po 2–3 miesiącach zaczęły pojawiać się młode osobniki. Badacze Clendenning i North [3] przyjmują, że rozwojowi tego glonu sprzyjały zanieczyszczenia naftą. Znacznie zmniejszyły one populacje mięczaków, które przedtem wyjadały pływające zarodniki wielkomorszczyzny. Jednak głównym czynnikiem biologicznym, który sprzyjał nadzwyczajnemu rozwojowi omawianej brunatnicy, było faktyczne zniszczenie organizmów roślinożernych w postaci jeżowca — *Strongylocentrotus* i ślimaka morskiego — *Haliotis*. Rozbity tankowiec „Tampico Mary” odegrał jakoby rolę falochronu, pod osłoną którego rozwijały się młode glony. Podczas pierwszej już zimy tankowiec przepo-

lowił się i zatonał, po czym w rozwoju *Macrocyctis* można było jeszcze obserwować dwie eksplozje rozwojowe.

Bakterie spełniają ważną rolę przy usuwaniu ropy naftowej z morza. Niektórzy badacze doszli do wniosku, że utlenianie bakteryjne ropy naftowej przebiega 10-krotnie szybciej, aniżeli zwykłe utlenianie chemiczne. Bakterie mogą zużytkowywać w naturalnych warunkach różnorodne węglowodory. Wybitną rolę przy utlenianiu ropy naftowej spełniają drobno-ustroje z rodzaju *Pseudomonas*. Doświadczenia wykazały, że bakterie morskie w ciągu 8 tygodni rozkładały ok. 60% mazutu. Ropy lekkie utleniają się szybciej, aniżeli ciężkie, zaś węglowodory parafinowe znacznie szybciej od węglowodorów aromatycznych. W zależności od warunków środowiskowych warunki utleniania węglowodorów mogą przebiegać różnie. Po awarii tankowca „Torrey Canyon” stwierdzono w miejscu katastrofy występowanie znacznej ilości organizmów rozkładających naftę, szczególnie liczniejszych w warunkach dobrej aeracji (napowietrzania). Bakterie siarkowe rodzajów *Desulfovibrio* i *Desulfamaculum* mogą całkowicie rozkładać ropę w warunkach anaerobowych.

Niektóre doświadczenia laboratoryjne prowadzone były celem ustalenia wrażliwości roślin na emulgatory. Dodatek 0,2% emulgatora typu Polylens powodował zanik większości glonów w strefie nadbrzeżnej. Zgodnie z doświadczalnym stwierdzeniem Boney'a A. D. [1] organy rozrodcze brunatnicy *Ascophyllum nodosum* ulegają zniszczeniu tylko przy wysokiej koncentracji emulgatorów, wynoszących 25% i wyżej, chociaż wolne ruchliwe spermatozoidy zostają unieruchomione przy koncentracji 0,001—0,15%. Zielone glony gałęzotka skalna — *Cladophora rupestris* (L.) Kütz. i *Bryopsis hypnoides* Lamour oraz drobny nitkowaty krasnorost *Acrochaetium infestans* Howe et Hoyt zostają uszkodzone lub giną przy koncentracji emulgatorów 0,025—0,05%. Emulgatory powodują również odbarwienie i zwiócenie krasnorostu szkarłatnicy — *Porphyra*, dużej brunatnicy *Himanthalia elongata* oraz niektórych gatunków spośród zielenic u gałęzotki — *Cladophora*, watki — *Ulva* i taśmy — *Enteromorpha*. Występujący w strefie sublitoralnej krasnorost żebrowiec — *Delesseria sanguinea* (Hds.) Lamour wyginał już przy koncentracji 0,001% oraz wykazywał na pewnej głębokości i odległości od brzegu odmienne zabarwienie. Niektórzy badacze wskazują na niebezpieczeństwa zagrażające glonom występującym w strefach sublitoralnej i zalewowej. Uszkodzenia niektórych porostów naskalnych oraz nadbrzeżnych roślin morskich były głównie spowodowane rozpyleniem emulgatorów. Doświadczenia z mannica nadmorską — *Puccinellia maritima* (Huds.) Parl. (*Glyceria maritima* Wahlb.) ujawniły, że 10% koncentracji emulgatora wywołuje tylko uszkodzenia, natomiast całkowicie zabija emulgator nie rozcieńczony. Rozpuszczalnik aromatyczny jest bardziej toksyczny, aniżeli inne komponenty emulgatorów. Oczyszczanie odbywające się z zastosowaniem solwent — emulgator stwarza większe biologiczne niebezpieczeństwo, aniżeli same zanieczyszczenia naftowe. Według Nelsona-Smitha [5] w czasie rozlewu ropy ok. 30% żywych organizmów strefy nadbrzeżnej straciło życie, podczas gdy przy zastosowaniu emulgatorów zostało zabitych 90%. Zaobserwowano, że 38% trawy nadmorskiej *Spartina townsendi* uległo zniszczeniu, podczas gdy na obszarze stosowania emulgatorów liczba wymarłych roślin podniosła się do 55%.

Ciągle wzrastające zapotrzebowania na ropę naftową wymagają zwiększonych przewozów i transportów, co może przyczynić się do wzmożonego zanieczyszczenia szlaków morskich ropą naftową. Reakcja organizmów

strefy przybrzeżnej na katastrofalne zanieczyszczenia na niektórych obszarach wskazuje, że częściowa regeneracja organizmów następuje dość szybko na terenach zamieszkałych przez liczne i różnorodne populacje. Podobnie jak inne anomalie, zanieczyszczające czynniki naftowe wywierają szczególnie wpływ na gatunki rozmieszczone w pobliżu swoich geograficznych granic zasięgowych. Nadbrzeżne skaliste tereny, występujące w miejscach stałego zanieczyszczenia są często pokryte śluzowatą masą glonów morskich.

Wody morskie wybrzeży Europy są obecnie zanieczyszczone ropą, produktami naftowymi, pestycydami, rtęcią w ilościach przewyższających dopuszczalne koncentracje. Zanieczyszczone tereny powstają zasadniczo w nadbrzeżnych wodach, w pobliżu wielkich centrów przemysłowych, miast i ujść rzecznych, jak również w miejscach intensywnej żeglugi lub wydobywania ropy naftowej. Obszary zanieczyszczeń produktami nafty i detergentami obejmują w Europie całkowicie morza, np. Północne, Islandzkie, zatokę Biskajską, które należą do obszarów bardziej zanieczyszczonych produktami naftowymi. Morza zanieczyszczone rtęcią, ołowiem, miedzią i pestycydami występują obecnie w różnych rejonach świata.

Objętości zanieczyszczających substancji, przedostających się do akwenów wodnych, są tak znaczne, że warunki naturalne sprzyjające dynamicznemu rozproszaniu i samooczyszczaniu nie mogą spełniać swojej roli, gdyż intensywność zanieczyszczenia znacznie przewyższa możliwości intensywnego samooczyszczania. W przyszłości obszary zanieczyszczeń będą rozpowszechniać się od kontynentów ku otwartym przestrzeniom oceanicznym. Najbardziej zagrożony jest Atlantyk Północny oraz sektor atlantycki basenu Arktycznego.

Znaczną rolę, w powstawaniu zanieczyszczeń oraz w rozmieszczeniu produktów naftowych, odgrywa ogólna cyrkulacja wód morskich. Wzdłuż nadbrzeży morskich ciągną się poszczególne strefy zanieczyszczenia ropą naftową, oprócz tego w otwartym morzu również zaznaczają się strefy z wysoką zawartością produktów naftowych.

Bilans zanieczyszczających substancji związany jest z ich fizyczno-chemiczną, biochemiczną i hydrologiczną utylizacją. Jednak rozwiązanie tego zagadnienia nie jest możliwe bez zbadania mechanizmu i szybkości ich rozpadu, które uzależnione są od wielu czynników, i powinno być badane jednocześnie bądź to w warunkach laboratoryjnych, bądź naturalnych. Doświadczenia dotyczące koncentracji mieszaniny produktów naftowych wykazały, że początkowo występuje proces nasycenia wody naftą. Proces ten trwa w ciągu 10 dni. Dopiero później widocznie następuje adaptacja mikroflory do ropy naftowej i rozpoczyna się intensywny rozpad produktów naftowych, trwający od 10—15 dni. Należy podkreślić, że na szybkość rozpadu produktów naftowych jak również innych substancji zanieczyszczających, mają zasadniczy wpływ: zawartość tlenu, warunki cieplne. Przy deficycie tlenu i przy temperaturze poniżej 10—15°C szybkość rozpadu zbliża się do 0, procesy kumulacji zaczynają dominować nad rozpadem produktów naftowych.

Środowisko morskie, pozostające w różnych warunkach fizyczno-geograficznych, odznacza się różnymi sposobami samooczyszczania i różnymi warunkami hydrodynamicznymi i hydrobiologicznymi przenoszenia i przenikania substancji zanieczyszczających. Niestety dotychczas nie wiemy dokładnie, jak to wszystko odbywa się w środowisku morskim. Obok zainteresowań kosmosem i fizyką jądrową prace oceanograficzne powinny stać się pierwszoplanowym zadaniem badań naukowych. Brak

jest ścisłych danych o podstawowych procesach fizycznych, chemicznych i biologicznych zachodzących w Oceanie.

Woda stanowiąca główny składnik oceanu zawiera również rozpuszczone w niej liczne inne substancje. Nawet w normalnej wodzie morskiej można wykryć takie substancje zanieczyszczające, jak rtęć, ołów, węglowodory, zbliżone do występujących w ropy naftowej oraz pierwiastki promieniotwórcze. Człowiek ciągle powiększa koncentracje tych lub innych substancji i odprowadza do mórz coraz to nowe, np. w postaci węglowodorów chlorowanych, znacznie zmieniających chemiczny skład środowiska morskiego. W wielu przypadkach znaczne ilości tych zanieczyszczeń, przedostające się w wyniku ludzkiej działalności, podwajają naturalną koncentrację w środowisku morskim [6].

Rola tych chemicznych zanieczyszczeń zależy od wywieranego przez nich wpływu na ekologię środowiska morskiego, od wzajemnego oddziaływania pomiędzy żywymi organizmami a środowiskiem. W morzu odnajdujemy przeplatana pajęczynę łańcuchów pokarmowych, z których każdy w ostatecznym wyniku uzależniony jest od sytuacji chemicznej występującej w środowisku morskim. Zaznaczająca się przy tym różnorodność gatunków, zasadnicza właściwość łańcuchów pokarmowych jest często powiązana z wytrwałością systemów ekologicznych. U podstawy morskich łańcuchów pokarmowych zwykle znajduje się jakakolwiek forma fitoplanktonowa — najdrobniejsze rośliny, pływające na powierzchni wód. Fitoplankton jest dostarczycielem 90% pierwotnej produkcji substancji żywej występującej w morzu. Oprócz tego w wyniku procesu fotosyntezy jest producentem ok. 70% tlenu występującego na Ziemi. Zmiany w łańcuchach pokarmowych zawsze miały miejsce, jedne gatunki morskich organizmów wymierały, natomiast pojawiały się inne. Jednak adaptacyjne możliwości organizmów morskich nie mogą być bezgraniczne i nie zawsze taka adaptacja może sprzyjać człowiekowi [6]. Największe długoterminowe niebezpieczeństwo zanieczyszczenia morskiego polega na możliwości naruszenia ekologicznego bilansu oceanów. Bilans ekologiczny w oceanach może być naruszony w różny sposób. Niektóre zanieczyszczenia zabijają rośliny i zwierzęta, z którymi pozostają w kontakcie. Na utlenienie zanieczyszczeń rochoduje się ogromne ilości rozpuszczonego w wodzie tlenu, tak potrzebnego do życia roślin i zwierząt, że ostatnie giną w wyniku uduszenia się. Jedne zanieczyszczenia sprzyjają rozwojowi jakiegokolwiek odrębnego gatunku, inne koncentrują się w łańcuchach pokarmowych nie biorąc prawie udziału w procesach metabolizmu. Koncentracje zanieczyszczeń w morskich łańcuchach pokarmowych dochodzą niekiedy do takiego poziomu, przy którym naruszone zostają procesy fizjologiczne.

Oceany nie są jednorodne. Takie parametry fizyczne, jak temperatura i ciśnienie ulegają znacznym zmianom. Organizmy morskie i niezbędne dla nich substancje odżywcze nie są równomiernie rozmieszczone w oceanach, lecz w określonych strefach. Niektóre gatunki morskich roślin i zwierząt są skupione w określonych strefach, podczas gdy inne rozpow szechniły się na szerokich przestrzeniach oceanicznych.

Węglowodory dostają się do środowiska morskiego z różnych źródeł. Spośród wszystkich produktów, zanieczyszczających środowisko morskie, ropa naftowa występuje w ilościach największych. Według ostatnich ocen zanieczyszczenia naftowe, występujące tylko w wyniku transportu, dochodzą do 1 mln t rocznie, zaś ogólna masa nafty, dostająca się do morza w wyniku działalności ludzkiej, jest przynajmniej 10-krotnie wyższa. We-

dług innych ocen, objętości ropy naftowej, dostającej się do morza z różnych źródeł jej wydobywania, włączając w to nadbrzeżne szyby naftowe, wynoszą 1,5 mln t rocznie, zaś ogółem objętości ropy przedostającej się ze źródeł nadbrzeżnych wynoszą one mniej niż 3 mln ton rocznie. Jeśli oceny te są prawdopodobne, to ogólne ilości ropy naftowej dostające się do morskiego środowiska w wyniku działalności człowieka, w przybliżeniu dorównywały sumarycznie ilości węglowodorów, powstających w wyniku naturalnego rozkładu resztek roślinnych i zwierzęcych.

Nafta na powierzchni morza ulega samoutlenieniu — autooksydacji, w procesie tym w charakterze katalizatorów biorą udział mineralne składniki wody morskiej, promienie słoneczne oraz działalność bakterii utleniających. Utlenianie bakteryjne zostaje przyspieszone przy rozpuszczaniu się nafty w wodzie i pod wpływem ciepła. W temperaturze poniżej 10 °C utlenianie bakteryjne przebiega bardzo powoli, zaś nafta rozlana w morzach arktycznych może przechowywać się nawet w przeciągu 50 lat. Nafta stanowi zagrożenie dla organizmów morskich oraz dla nadbrzeżnych stref produkcyjnych morza. Oddziaływanie zanieczyszczeń na organizmy morskie jest bardzo zmienne i pozostaje w zależności od ich gatunku, rodzaju ropy i od okresu trwania. Szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia naftowe jest ptactwo. Próby ratowania ptaków przez oczyszczanie opierzenia nie przyniosły wyników.

Chociaż utlenianie bakteryjne ropy może doprowadzić do zwiększenia ilości substancji odżywczych dostających się do łańcuchów pokarmowych, to jednak mogą one spowodować wyczerpanie się zapasów rozpuszczonego tlenu, od którego uzależniona jest egzystencja licznych organizmów morskich. W warunkach normalnych pełne utlenienie 1 litra nafty wymaga zapasów tlenu rozpuszczonego w 400 000 litrach wody morskiej [6].

Ile połączeń chloroorganicznych dostaje się do środowiska morskiego, nie jest dokładnie znane. Według niektórych ocen sumaryczne ilości DDT, dotychczas produkowanego w największych ilościach, zbliżają się w biosferze do 500 000 t. Wpływa to na ekologię morską. Znaczne koncentracje DDT występują w rybach i ptakach morskich. Związki te ulegają kumulacji w organizmach morskich poprzez łańcuchy pokarmowe. W ciągu jednego tylko miesiąca koncentracje DDT mogą zwiększyć się w ciele niektórych ostryg aż 700-krotnie.

Doświadczenia laboratoryjne dowodzą, że niskie koncentracje DDT mogą obniżać fotosyntezę fitoplanktonu. Chociaż zjawisko to nie zagraża być może w tej chwili światowym zapasom tlenu, to jednak należy pamiętać, że fitoplankton jest jednym z podstawowych ogniw morskich łańcuchów pokarmowych i zmiany zachodzące w szybkości fotosyntezy pierwotnej niewątpliwie i bezwarunkowo zagrażają morskim zasobom pożywienia człowieka.

Zanieczyszczenia środowiska morskiego niektórymi ściekami przemysłowymi i komunalnymi są powodowane nadmiernym nawożeniem i intoksykacją. Nadmierne nawożenie powoduje zwiększone dostarczanie substancji odżywczych do środowiska morskiego. Do takich substancji należą np. azotany, wchodzące w skład nawozów oraz fosforany (fosfaty) zawarte również w detergentach. Nadmierne nawożenie ujawnia się w szybkim wzroście populacji jakiegokolwiek gatunku spośród organizmów morskich, najczęściej fitoplanktonu, znane jako „kwitnienie” wody. „Kwitnienia” występują również w morskich warunkach naturalnych, na śniegach, krach i lodowcach, lecz najsilniej ujawniają się w warunkach większej zawartości substancji odżywczych. Takie „kwitnienia” fitoplan-

htonu, w postaci czerwonego spływu morskiego, obserwowano u wybrzeży Florydy w latach 1916, 1932, 1948, a następnie w latach 1952, 1953, 1957 i rokrocznie od 1957 do 1964. Różne gatunki fitoplanktonu spowodowały inne kolorowe „zakwity” u brzegów Cejlonu, Brazylii i Hiszpanii. Z „kwitnieniem” glonów wiąże się wydobywanie nieprzyjemnych zapachów jak również niekiedy niszczenie innych organizmów morskich. „Kwitnienie” fitoplanktonu nie jest jedynym wynikiem oddziaływania nadmiernego nawożenia na środowisko morskie, spowodowanego ściekami komunalnymi i przemysłowymi. Chemiczny rozkład substancji powoduje zwiększone zapotrzebowanie na rozpuszczony w wodzie tlen. Jego deficyt związany z chemicznym rozpadem substancji odżywczych może spowodować obniżenie produktywności obszarów oceanicznych. Istnieją dane wskazujące na przypadki powstawania deficytu tlenu w Morzu Bałtyckim, częściowo pozostaje to w związku ze ściekami zawierającymi fosfor. Może to spowodować taką sytuację, że zwiększenie się zawartości materiału organicznego może wywołać powstawanie długotrwałych warunków anaerobowych.

Zagadnienie zanieczyszczenia morza stanowi tylko jedną sprawę spośród obszerniejszej problematyki ochrony przyrody. Skutki zanieczyszczenia morza jeszcze nie są tak widoczne, jak to ma miejsce w przypadku zanieczyszczenia powietrza i wód słodkich, chociaż mogą być jeszcze znaczniejsze z powodu globalnego charakteru środowiska morskiego oraz faktu, że jest ono końcowym etapem, zlewiskiem, w którym gromadzą się liczne polutanty.

LITERATURA

- [1] Boney A. D. — *Experiments with some detergents and certain intertidal algae*. Filad. Stud. 2, 55—72, 1968.
- [2] Californin Department of Fish and Game. Cruise Report. *Inshoresurvey of Santa Barbara oil spill*. State Fisheries Lab., 1969.
- [3] Clendenning K. A., North W. J. — *Effects of wastes on the giant kelp *Macrocystis pyrifera**. Pros. Int. Conf. Waste Dispos, 1960, I, 82—91.
- [4] Mackin J. G. — *Effect of crude oil and bleedwater on oysters and aquatic plants*. Texas Research Foundation, 1950.
- [5] Nelson-Smith A. — *The problem of oil pollution of the sea*. Advances in marine biology, 8. London and Nev-Jork, 1970.
- [6] Schachter O., Daniel S. — *Raport on marine pollution problems and remedies*. United Nations Office of Public Information, 1971.
- [7] Simonow A. I. — *Przedmowa redaktora do rosyjskiego tłumaczenia „Zagiaznienije moria nieftju”*. Gidrometeroizd. Leningrad 1973, s. 123.
- [8] Smith J. E. — *“Torrey Canyon” pollution and marine life*. Cambridge Univ. Press, 1968.

LIŚCIENIE — STRUKTURY FIUNKCJE

Liścienie są częścią zarodka wykształcającego się w rozwoju embrionalnym rośliny. Stanowią jednak odrębny organ, co uwidacznia się wyraźnie w okresie kiełkowania. Typy liścieni są dość zróżnicowane w zależności od pełnionych funkcji. U większości roślin jednoliściennych są przede wszystkim pierwszym organem fotosyntezy. Natomiast u dwuliściennych, w zależności od tego czy w czasie kiełkowania zostają wyniesione ponad glebę (liścienie epigeiczne), czy też pozostają w glebie (liścienie hypogeiczne), funkcje ich są odmienne. W warunkach naturalnych tylko liścienie epigeiczne wytwarzają chlorofil i prowadzą fotosyntezę przynajmniej do chwili wykształcenia się pierwszych liści.

Do ostatnich prawie lat sądzono, że liścienie roślin, których nasiona nie mają bielma lub też mają bielmo zanikające, pełnią wyłącznie funkcję analogiczną do funkcji bielma — są magazynem materiałów niezbędnych dla rozwoju zarodka w jego fazie heterotroficznej. Powszechny raczej był pogląd, że liścienie są elementem biernym, z którego aktywna oś embrionalna pobiera substancje odżywcze. Pogląd ten oparty był na fakcie, że w trakcie dojrzewania nasion w liścieniach nagromadzają się duże ilości przede wszystkim białek i tłuszczów podobnie jak skrobi w bielmie, np. ziarniaków zbóż. Ilości te są tak duże, że podzielono nawet rośliny na białkowe (np. motylkowe) i tłuszczowe (np. krzyżowe). Jednakże trudności, z jakimi musiała się uporać hodowla *in vitro* izolowanych osi embrionalnych (zwanych potocznie zarodkami), wskazywały na to, że liścienie nie są tylko biernym magazynem substancji odżywczych. Nie wszystkie próby hodowli zostały uwieńczone sukcesem, mimo stosowania jak najbardziej skomplikowanych i, wydawałoby się, odpowiednich pożywek. W większości przypadków nie można było zastąpić liścieni pożywką, gdyż jak stwierdził Czosnowski [24, 26], pożywka jako układ statyczny, nie może spełniać roli liścieni dozujących w sposób dynamiczny i regulujących jakościowo dopływ substancji do osi.

W ostatnich latach zainteresowanie liścieniami i ich funkcją ogromnie wzrosło, ukazało się kilkaset prac na ten temat. Zainteresowanie to jest uzasadnione i to z kilku względów. Faza kiełkowania jest okresem bodaj najbardziej dynamicznym w rozwoju rośliny. W bardzo krótkim czasie następuje przejście od stanu spoczynku do nadzwyczaj wzmożonej aktywności metabolicznej, dalej przejście z heterotroficznego trybu życia do autotroficznego. Wszystko odbywa się błyskawicznie, uruchomiona zostaje tak duża część genomu, jak w żadnym innym przełomowym momencie życia rośliny. Nawet w okresie przechodzenia z fazy wegetatywnej w generatywną zmiany nie są tak wielkie i intensywne. U kiełkujących nasion łubinu żółtego Czosnowski [25] stwierdził już po 3 godz. pęcznienia nasion w wodzie, a więc na długo przed przebicciem okrywy nasiennej przez kielek, zmiany w spektrum aktywności izozymów dehydrogenaz.

Prace dotyczące liścieni można z grubsza podzielić na kilka grup. Jeden typ, to prace traktujące liścienie jako wygodny metodycznie obiekt doświadczalny, wygodniejszy niż np. liście. Druga grupa obejmuje prace dotyczące kiełkowania i wczesnych faz rozwojowych rośliny, przy czym grupa ta reprezentuje cały szereg zagadnień. Pewien porządkujący podział można przeprowadzić również z innego punktu widzenia: badania prowadzone w fazie kiełkowania na całych nasionach, badania na siewkach, przy czym uwaga badacza podzielona jest równomiernie między wszystkie organa młodej siewki — liścienie, hypokotyl, korzeń, epikotyl — oraz badania, których obiektem są wyłącznie liścienie — zarówno *in situ*, jak też izolowane.

Najbardziej interesujące wydają się prace dotyczące roli liścieni w czasie kiełkowania i rozwoju młodej siewki oraz zajmujące się przemianami zachodzącymi w tym czasie w liścieniach. Jak już wspomniano, wachlarz poruszanych w tych publikacjach zagadnień jest szeroki, poczynając od zmian ultrastruktury i różnicowania się organelli komórkowych, dalej syntezy enzymów, kwasów nukleinowych, uruchamiania zmagazynowanych substancji odżywczych, aż do działania regulatorów wzrostu. W wielu pracach podjęta została także próba wyjaśnienia wzajemnej zależności liścieni i osi embrionalnej i jak gdyby zlokalizowania „ośrodka dyspozycyjnego” decydującego o sposobie i tempie przemian metabolicznych.

Za pierwsze prace, których tematem były liścienie, należy chyba uznać prace Schulzego — 1878 i 1895/1896 — [19, 127]. Autor podaje skład chemiczny liścieni łubinu, zajmuje się także zmianami zachodzącymi w czasie kiełkowania w ścianie komórkowej miękkiszowych komórek liścieni dwóch gatunków łubinu. Varner i Schidlovsky [143] badali mikroskopowo, przy użyciu metod histochemicznych, rozmieszczenie białek w liścieniach grochu po trzech dniach kiełkowania. Öpik [106] obserwował zmiany zachodzące w ciągu dłuższego czasu w liścieniach fasoli stwierdzając, że na początku kiełkowania komórki liścieni wypełnione są ściśle ziarnami skrobi i ciałkami białkowymi. Zanikanie tych materiałów zapasowych postępuje poczynając od komórek najbardziej oddalonych od wiązek przewodzących. Hydroliza jest praktycznie zakończona po 8 dniach kiełkowania w temp. 25°C. Następuje obumieranie komórek spichrzowych, natomiast wiązki przewodzące i komórki skórki pozostają żywe, aż do odpadnięcia liścieni, mimo że także w ich organizacji zachodzą zasadnicze zmiany. Sposób zanikania materiałów zmagazynowanych w liścieniach łubinu żółtego obserwował także Czosnowski (praca nie publikowana). Obserwacje przeprowadzał na liścieniach *in situ* i liścieniach izolowanych, hodowanych na płytkach Petriego.

Badania zmian organizacji komórkowej liścieni w czasie kiełkowania stają się coraz bardziej szczegółowe. Bain i Mercer [3] stwierdzają w ciągu pierwszego tygodnia kiełkowania mały ubytek substancji zmagazynowanych w liścieniach grochu. Jednocześnie następuje tworzenie się aktywnych mitochondriów oraz błon endoplazmatycznych i błon diktiosomów. W tym czasie (pierwszy tydzień kiełkowania) przemieszczanie się substancji z liścieni do osi, zwłaszcza związków azotowych, jest nikłe, chociaż hydroliza skrobi i białek w liścieniach zaczyna się już w czasie moczenia nasion, a ilość cukrów redukujących rośnie (również [116]). Butler [15] przedłuża okres obserwacji prowadząc badania zmian w strukturach liścieni ogórka aż do okresu starzenia się (do 50 dni), przy czym obiektem badań są zarówno liścienie odcinane od osi w momencie pobie-

rania materiału do analiz (liścienie siewki) jak i liścienie izolowane wcześniej (w 16 dniu kiełkowania). Począwszy od 25 dnia w liścieniach siewki stopniowo zanikają tylakoidy a osmofilne globule gromadzą się w stromie. Najpierw zanikają rybosomy plazmatyczne, potem rybosomy retikulum endoplazmatycznego. Nieco później retikulum endoplazmatyczne rozpada się także. Mitochondria zmniejszają się, mają mniej grzebieni, jednak morfologicznie pozostają nienaruszone, aż do najpóźniejszego stadium. Po 35 dniu znika tonoplast, po 40 — plazmalemma. Obraz zmian w liścieniach odciętych w 16 dniu kiełkowania i hodowanych następnie na wodzie jest w zasadzie podobny, jednak rozpad chloroplastów jest bardziej gwałtowny, zaś zanik rybosomów powolniejszy i niecałkowity. Tonoplast zanika później (40 dni) a plazmalemma utrzymuje się niezmiennie.

Treffry i współprac. [141] donoszą o zmianach strukturalnych i biochemicznych w liścieniach soi. Smith i Flinn [131] przeprowadzili szczegółowe badania histologiczne i histochemiczne na liścieniach peluszki, przede wszystkim w pierwszych godzinach kiełkowania. Nasiona moczo no w wodzie, w ciemności przez 4 godz., następnie wysiewano w wilgotny wermikulit i już po 6 godz. od chwili zamoczenia pobierano pierwsze liścienie do utrwalenia w FAA lub aldehydzie glutarowym. Przez 48 godzin utrwalano materiał co godzinę lub co kilka godzin, a potem co kilka dni aż do dnia 12 licząc od chwili zamoczenia nasion. Autorzy dali dokładny opis anatomii liścieni, przy czym stwierdzili, że elementy przewodzące zaczynają się różnicować z prokambium już po 12 godz. i proces ten jest zakończony po 48 godz. od momentu zamoczenia. Dalej zauważyli, że mobilizacja skrobi i białka rozpoczyna się na obwodzie liścieni i postępuje w kierunku ich wnętrza, przy czym sądzą, iż istnieje korelacja między uruchamianiem materiałów zapasowych a zmianami w zawartości DNA i RNA w komórkach.

Ultrastruktura i tworzenie się ciał białkowych, sferosomów i chloroplastów w liścieniach *Bidens radiata* jest tematem pracy Simoli [130]., Podobnie Schnarrenberger i współprac. [125] zajęli się rozwojem mikrociat w liścieniach słonecznika i bielmie rącznika w trakcie kiełkowania.

Smith [132] referuje w swej pracy zmiany zachodzące w jądrze w komórkach liścieni kiełkujących nasion peluszki. Liścienie pobierano zwykle w odstępie 2 dni, aż do 12 dnia. Stwierdzono ścisłą korelację między objętością komórki, objętością jądra i ilością DNA jądrowego. Zaobserwowano, iż w czasie kiełkowania jądro powiększa się (w tkankach magazynujących 3—4-krotnie), przy czym liczniejsze są płyty jądra. Równocześnie jednak poziom DNA obniża się o połowę. Natomiast niski początkowo poziom RNA wzrasta osiągając maximum w momencie zanikania substancji zmagazynowanych, i potem opada.

W pracach anatomicznych i histochemicznych można zauważyć rozszerzenie zainteresowań i zakresu badań. Poza stwierdzaniem zmian anatomicznych i śledzeniem znikania skrobi, białka i tłuszczów z liścieni kiełkujących nasion [148, 27, 103, 76, 90, 23] zwraca się coraz bardziej uwagę na mechanizmy tych procesów. Rebeiz i Castelfranco [117] izolują z liścieni pobranych z 5-dniowych siewek orzeszka ziemnego pozamitochondrialny system enzymatyczny rozkładający przez β -oksydacje nasycone kwasy tłuszczowe o długich i krótkich łańcuchach. Gruber i współprac. [39] szukają korelacji między ultrastruktura a enzymami w liścieniach roślin magazynujących głównie tłuszcze. Draper i Simon [28] przechodzą do badania biosyntezy tłuszczów w starzejących się liścieniach ogórka

stwierdzając, że izolowane liścienie umieszczone w roztworze buforowym mają zdolność włączania ^{14}C -octanu do 5 głównych frakcji lipidów (przede wszystkim do fosfatydylocholiny i lipidów obojętnych), a zdolność ta zanika w miarę starzenia się liścieni. Następnie [29] badają zawartość wolnych kwasów tłuszczowych w liścieniach łącząc to z obserwacją intensywności oddychania.

Natomiast Kolöffel [65] zajmuje się zlokalizowaniem i aktywnością enzymów (dehydrogenaz) w liścieniach grochu w czasie 10-dniowego okresu kiełkowania. Enzymami badanymi są: dehydrogenaza bursztynianowa, jabłczanowa, izocytrynianowa i alkoholowa. Dużą początkowo aktywność wymienionych enzymów można stwierdzić w komórkach skórki i hypodermis. Aktywność ta spada w trakcie kiełkowania, natomiast rośnie w komórkach parenchymatycznych. W elementach ksylemu aktywności dehydrogenaz brak. Młodzianowski [88] śledzi rozwój plastydów w liścieniach łubinu i równocześnie bada dynamikę występowania kwaśnej fosfatazy w tylakoidach tychże plastydów. Większa liczba enzymów (w odniesieniu do rozwoju mikrociał) została zbadana przez Schnarrenbergera i współprac. [125].

Omawiane dotąd prace zajmowały się zmianami w liścieniach nasion dojrzałych — od pierwszych momentów kiełkowania aż do starzenia się liścieni. Natomiast strukturą komórkową liścieni nasion dojrzewających zajął się Öpik [98] badając fasolę. Szczególny nacisk położył na zaobserwowane zmiany morfologiczne retikulum endoplazmatycznego, wiążąc je z zasadniczą zmianą funkcjonalną tego elementu. Bowiem białka syntetyzowane w czasie dojrzewania nasion różnią się zdecydowanie od białek syntetyzowanych w liścieniach w czasie kiełkowania.

Wiele uwagi poświęcono organellom komórkowym liścieni. Cherry [18] badając liścienie kiełkujących nasion orzeszków ziemnych (zarówno izolowane z nasion suchych, jak i z nasion kiełkujących w ciemności przez 18 dni) uwzględnia zmiany w zawartości kwasów nukleinowych, aktywność szeregu enzymów. Przede wszystkim jednak stwierdza, że aktywność oksydacyjna i fosforylacyjna mitochondriów wzrasta osiągając maximum w 8 dniu kiełkowania. Proces ten jest równoległy z rozwojem morfologicznym mitochondriów, w nasionach suchych bowiem komórki liścieni zawierają małą liczbę mitochondriów typowych. W ciągu pierwszych 8 dni kiełkowania rozwijają się pod względem struktury i wewnętrznej organizacji. Biogeneza mitochondriów omawiana jest w pracach Breidenbacha i współprac. [10, 11].

Rzeczony frakcji mitochondrialnej w liścieniach dyni w trakcie kiełkowania jest również tematem pracy Lotta i Castelfranco [77]. Kolöffel i Slyus [67] przeprowadzają podobne obserwacje na liścieniach kiełkującego grochu badając niektóre enzymy zlokalizowane w mitochondriach. Stwierdzają, że aktywność oddechowa frakcji mitochondrialnej z nasion powietrznie suchych jest bardzo mała, rośnie gwałtownie już w pierwszym dniu kiełkowania, przy czym wzrasta przede wszystkim aktywność oksydaz bursztynianowej i jabłczanowej. Natomiast aktywność odpowiednich dehydrogenaz dopiero dnia następnego. Kolöffel [66] zajął się także aktywnością mitochondriów w liścieniach dojrzewających nasion grochu. Również prace Nawy i Asashiego [101] oraz Malhotry i Spencer [85, 86] poświęcone są rozwojowi i aktywności mitochondriów w liścieniach kiełkujących nasion.

Ważny aspekt metodyczny, chociaż prawdopodobnie nie planowany przez autorów, ma praca Nawy i Asashiego [102]. Materiałem są liścienie

grochu, przedmiotem badań rozwój i aktywność mitochondriów w bardzo wczesnym i krótkim okresie kiełkowania — pierwszych 18 godz. Autorzy zastosowali do zamoczenia dejonizowaną wodę lub roztwory dwóch antybiotyków — cykloheksimidu (CHI) i D-treochloramfenikolu (CAP). Badano także włączanie L-leucyny-U-¹⁴C do białek mitochondrialnych. Włączanie było prawie całkowicie zahamowane przez CHI, natomiast CAP nie wywierał wpływu na włączanie. Oba antybiotyki nie obniżały rosnącej aktywności mitochondriów. Tak więc autorzy dochodzą do wniosku, że rozwój mitochondriów odbywa się poprzez przeniesienie białek istniejących już w cytoplazmie a nie przez syntezę de novo białka mitochondrialnego. Ponadto CHI zmienia morfologię mitochondriów. Jak już wspomniano, aspekt metodyczny wynikający z tej pracy jest bardzo ważny — autorzy stwierdzają wpływ antybiotyków na morfologię mitochondriów i syntezę białek. W wielu natomiast pracach zajmujących się liścieniami, zwłaszcza izolowanymi, dodaje się do wody lub roztworów pożywkowych antybiotyki (przede wszystkim chloramfenikol) dla zahamowania rozwoju mikroorganizmów, które mogłyby zniszczyć hodowle. W interpretacji zaś wyników badań nie uwzględnia się ewentualnego wpływu tych antybiotyków.

Jedno z ważnych zagadnień związanych z metabolizmem liścieni zostało już wspomniane. Chodzi mianowicie o rozstrzygnięcie, czy niektóre białka i enzymy, przynajmniej w części syntetyzowane są de novo w czasie kiełkowania czy też, jak uważano do niedawna — w dojrzałych nasionach jest wszystko gotowe i zostaje uruchomione z chwilą, gdy uwodnienie plazmy jest wystarczające. Na liścieniach nasion tłuszczowych (*Arachis hypogaea* L.) przeprowadzono badania dotyczące dwóch enzymów kluczowych dla mobilizacji tłuszczów — liazy izocytrynianowej (E. C. 4. 1. 3. 1) i syntetazy jabłczanowej (E. C. 4. 1. 3. 2). Gientka-Rychter i Cherry [37] badali liazę cytrynianową od 18 godz. kiełkowania w przeciągu 5 dni dochodząc do wniosku, że wzrost aktywności enzymu należy przypisać syntezie de novo. I stwierdzenie nader ważne — tworzenie się tego enzymu wymaga obecności osi embrionalnej. Longo [75] stwierdza pojawienie się tego samego enzymu w liścieniach krótko po całkowitym spęczeniu nasion (podobnie syntetaza jabłczanowa). Dalej stwierdza, że aktywność obu enzymów jest niezależna od tego czy liścienie zostały odcięte z rozwijającej się siewki, czy też były izolowane z nasion suchych i pęczniały bez tkanki osiowej. A więc twierdzenie przeciwstawne do wniosków wynikających z poprzedniej pracy. Longo potwierdza jednak syntezę de novo obu enzymów, gdyż według jego danych nie ma ich nawet w formie nieaktywnej w liścieniach nasion suchych. Do podobnego wniosku dochodzi Hock [48] badając czas trwania syntezy liazy cytrynianowej w liścieniach siewki arbuza.

Prace Younga [153] oraz Younga i Varnera [154] dotyczą syntezy enzymów w liścieniach kiełkujących nasion oraz warunków wpływających na tę syntezę, przy czym autorzy wysnuwają wniosek, że dla normalnego przebiegu syntez w liścieniach niezbędna jest obecność osi. Również Kolöffel [64] zwraca uwagę na warunki zewnętrzne wpływające na aktywność enzymu (dehydrogenazy alkoholowej) w liścieniach kiełkującego grochu. Także Zeleneva [155] bada aktywność dehydrogenaz mleczanowej i alkoholowej w liścieniach grochu pobranych z nasion suchych, pęczniejących przez 6 i 18 godzin oraz kiełkujących na wilgotnej bibule. Do prac dotyczących wpływu różnych czynników na enzymy w liścieniach zaliczyć trzeba także pracę Cooka i Sehgała nad ureazą [22].

Bardzo szczegółowo zajął się jednym wycinkiem metabolizmu Splittstoesser [133, 134, 135, 138] przeprowadzając badania na siewkach i liścieniach dyni. Głównym punktem zainteresowania jest metabolizm argininy, enzym arginaza oraz aminotransferaza asparaginianowa wraz z jej izozymami. Podobna, raczej o nastawieniu czysto biochemicznym, jest praca Wonga i Cossinsa [151] dotycząca aminotransferazy asparaginianowej (E. C. 2. 6. 1. 1.) w liścieniach kiełkującego grochu. O częściowym oczyszczeniu i chemicznej charakterystyce dwóch aminopeptydaz z liścieni dyni donoszą Ashton i Dahmen [1]. Układem enzymatycznym redukującym azotany w liścieniach *Vigna sesquipedalis* zajmuje się Egami z współprac. [30].

Brown i Wray [13] interesują się aktywnością pentozowego cyklu oddechowego w liścieniach grochu. Ford i Simon [34] koncentrują uwagę na peroksydazie i dehydrogenazie glukozy-6-fosforanu stwierdzając, iż aktywność obu enzymów rośnie w liścieniach ogórka odcinanych z siewki, narasta jednak jeszcze bardziej po usunięciu wierzchołka pędu. Wzrost aktywności hamowany jest przez dwunitrofenol, chloramfenikol, cykloheksimid, puromycynę i aktynomycynę — stąd wniosek, że mamy do czynienia z syntezami de novo.

Zmiany zachodzące w czasie kiełkowania w liścieniach *Phaseolus vulgaris* referują Lai i współprac. [70], zwracając przy tym szczególną uwagę na 5'-nukleotydazę i glukozy-6-fosfatazę. Enzymy metabolizmu pirymidyn oznaczali Ross i Murray [124].

Seeschaaf i Pirson [127] badali kilka enzymów w liścieniach łubinu — zarówno izolowanych jak i pobieranych z siewek. Stwierdzili znacznie wyższą aktywność enzymów w liścieniach izolowanych i tę regularność nazwali nawet efektem izolacyjnym. Na podstawie swych wyników uważają, że aktywność enzymów w liścieniach nie jest kontrolowana przez całą oś, lecz wyłącznie przez pąk wierzchołkowy poprzez tworzenie IAA. Ponadto twierdzą zgodnie z wynikami, że obecność pąka obniża aktywność enzymów w liścieniach. Natomiast Yomo i Varner [152] stwierdzają, że aktywność proteazy rośnie w czasie kiełkowania w liścieniach siewki grochu, nie podwyższa się jednak w liścieniach izolowanych, zaś poziom jej regulowany jest ilością wolnych aminokwasów. Amylasy zwiększają swą aktywność także w liścieniach izolowanych i według autorów ich synteza i aktywność regulowane są przez kwas abscysynowy.

Do sprawy regulatorów wzrostu trzeba będzie jeszcze wrócić. Tutaj tylko krótko należy wspomnieć o jeszcze jednym mechanizmie regulacyjnym, którego działanie badano także w liścieniach. Häcker i Stöhr [47] stwierdzili, że fitochrom reguluje tempo rozkładu tłuszczów w liścieniach gorczycy w trakcie kiełkowania, przy czym indukowana przez fitochrom synteza antocyjanów skorelowana jest z mobilizacją zmagazynowanych w liścieniach tłuszczów. Häcker [46] stwierdza, że fitochrom zwiększa w liścieniach gorczycy syntezę białek — zarówno strukturalnych jak i enzymatycznych. Dowód na indukowanie przez fitochrom syntezy de novo amoniakolizacji fenyloalaninowej (E. C. 4. 3. 1. 5) w liścieniach gorczycy dają Schopfer i Hock [126].

Szerzej traktowane problemy metabolizmu występują w licznych pracach. Juliano i Varner zajmują się enzymatycznym rozkładem skrobi w liścieniach grochu, Reid omawia szczegółowo metabolizm cukrowców w kiełkujących nasionach *Trigonella foenum graecum* [53, 119], zaś Morohashi i Shimokoriyama prowadzą badania w pierwszych godzinach kiełkowania nasion *Phaseolus mungo*. Analizy są bardzo szczegółowe —

obejmują pobieranie wody, oddychanie, zawartość lipidów, skrobi, poziom azotu, wolnych aminokwasów, cukrów, kwasów organicznych. Niestety autorzy nie oddzielali liścieni od osi [97, 98]. Natomiast przynajmniej tak samo szczegółowe analizy, ale tylko liścieni, przeprowadzili w okresie 20 dni kiełkowania Chou i Splittstoesser na siewkach *Cucurbita moschata* [21].

Guardiola i Sutcliffe [41, 42] zajmują się mobilizacją fosforu w liściach pobieranych z siewek grochu przez 15 dni kiełkowania i hodowanych dalej bez osi. Wyniki sugerują, że oś reguluje aktywność fitazy poprzez stężenie nieorganicznego fosforanu. Druga praca tych autorów dotyczy transportu azotu, fosforu, siarki, potasu i wapnia z liścieni do osi rozwijającej się siewki grochu. Stwierdzili, iż transport rozciąga się na dłuższy okres czasu, gdy siewki są hodowane na wodzie destylowanej, lub w ciemności lub gdy są pozbawione pędu. Równocześnie odsuwa się okres starzenia się liścieni. Moczenie nasion przed kiełkowaniem w gibberelinie nie wpływa na przesunięcie substancji z liścieni, chociaż zmienia sposób wzrostu osi. W pracy wcześniejszej Okamoto omawiał już transport kationów z liścieni do osi *Vigna sesquipedalis* [105].

Syntezę białek w liścieniach pomidora badali Hall i Cocking [43], Nieman i Poulsen rozszerzyli zakres doświadczeń badając prócz syntezy białek także syntezę kwasów nukleinowych w liścieniach rzodkiewki izolowanych z 4, 5, i 6-dniowych siewek. Liścienie hodowano w roztworach KNO_3 , NaNO_3 lub sacharozy. Stwierdzili, że czynnikami niezbędnymi dla syntezy białek i kwasów nukleinowych są: cukier, azotan i światło [104]. Syntezę kwasów nukleinowych i białek w liścieniach rzodkiewki, związana z indukcją reduktazy azotanowej badał Ingle [52]. Poszczególne frakcje RNA z liścieni ogórka były przedmiotem badań Vedela i D'Austa [144], zaś Carpenter i Cherry [16] badali wpływ chloramfenikolu, puromycyny i 2,4-D na metabolizm kwasów nukleinowych. Stwierdzili, że synteza zarówno DNA, jak i RNA w liścieniach orzeszka ziemnego hamowana jest przez wszystkie te związki. Potas stymuluje syntezę chlorofilu i białka w liścieniach sałaty, retardanty wzrostu hamują syntezę białek i metabolizm RNA w liścieniach ogórka (63, 60).

Walbot [146] śledziła metabolizm RNA w liścieniach *Phaseolus vulgaris* tak w czasie embriogenezy jak i w czasie kiełkowania. Stwierdziła zanik syntezy RNA w liścieniach dojrzewających nasion wraz z początkiem dehydratacji. W czasie kiełkowania synteza RNA znów się zaczyna, przy czym całkowita ilość RNA podwaja się w ciągu pierwszych 3 dni kiełkowania. Należy tu wspomnieć o pracach Payne'a i Boultera [109, 110], którzy badali syntezę białek w czasie rozwoju i kiełkowania nasion bobu oznaczając również ilość wolnych i rozmieszczonych na błonach rybosomów. Podobnie Beevers i Poulson [7] zajęli się syntezą białek w liścieniach dojrzewających nasion grochu. Stwierdzili, że zawartość białka wzrasta, aż do 27 dnia licząc od momentu kwitnienia, potem stopniowo opada. W dojrziałych nasionach wynosi ok. 25%. Frakcja rybosomowa izolowana w okresie gwałtownej syntezy białka (21—27 dzień) zawiera duży procent polisomów.

Liścienie stanowią bodaj najlepszy i najwygodniejszy obiekt dla badania syntezy chlorofilu oraz wpływu światła i innych czynników na tę syntezę. Toteż sporo jest prac dotyczących tego zagadnienia. Mohr [89] bada wpływ światła na wzrost liścieni *Sinapis alba*, Wolff i Price [150] — wpływ cukrów na biosyntezę chlorofilu, Banerji i Laloraya [5] — tworzenie się chlorofilu w izolowanych liścieniach dyni, uwzględniając wpływ

kinetyny i chloramfenikolu. Stymulujący wpływ potasu na syntezę chlorofilu w izolowanych liściach ogórka jest tematem pracy Knypla i Rennerta [61]. Lewingtona i współprac. [73, 74] interesuje zagadnienie zanikania chlorofilu w liściach. Badania prowadzili na liściach ogórka — z siewki i izolowanych — stwierdzając, że w miarę starzenia się żółkną wszystkie, jednak towarzyszące zmiany chemiczne są w obu grupach doświadczalnych inne. W liściach izolowanych chlorofil zanika szybciej, natomiast ubytek białka i RNA nie zaznacza się tak ostro a wzrost aktywności enzymów jest bardziej gwałtowny. Brak światła powoduje szybszy proces starzenia się liści i może być częściowo zrekomensowany dodatkiem glukozy do roztworu, w którym liście hodowano.

Syntezą protochlorofilu w czasie biogenezy etioplastów w liściach ogórka uzyskiwanych z kiełkujących w ciemności nasion zajmują się Rebeiz i współprac. [118].

Badania porównawcze nad liśćmi jako organami fotosyntezy przeprowadzają Lovell i Moore [80]. Do doświadczeń używają liści 11 gatunków roślin pobranych w różnych okresach kiełkowania — od 18 godz. do 28 dni. Tylko dwa gatunki mają liście hypogeiczne, pozostałe — epigeiczne. Oznaczano suchą masę, powierzchnię liści, liczbę komórek i szparek, ilość chlorofilu i wiązanie $^{14}\text{CO}_2$. Autorzy stwierdzają, że począwszy od liści hypogeicznych, które w zasadzie nie są zaadaptowane do fotosyntezy a jednak na świetle wytwarzają chlorofil, poprzez liście o cechach pośrednich (np. epigeiczne ale słabo fotosyntetyzujące) aż do liści doskonale przystosowanych do prowadzenia fotosyntezy (ogórek, gorczyca) istnieją różne typy liści — zarówno morfologicznie jak i funkcjonalnie. Wyraża się to szybkością tworzenia i ilością tworzonego chlorofilu jak i zwiększaniem się powierzchni liści oraz intensywnością fotosyntezy.

Dalsze studium Moore'a i współprac. [96] dotyczy intensywności tworzenia chlorofilu w zależności od obecności osi embrionalnej, tj. w liściach izolowanych z nasion suchych i liściach pobranych z siewek. Zwraca się uwagę na dwa momenty — termin odcięcia liści od siewki decyduje o ilości produkowanego chlorofilu, po drugie odcięcie liści od osi może spowodować wzmożoną produkcję chlorofilu u jednego gatunku (*Phaseolus vulgaris*), spadek ilości chlorofilu u gatunku drugim (*Sinapis alba*) lub nie powodować żadnych zmian (*Lupinus albus*). Tak więc badania te nie rozstrzygnęły kwestii, czy oś wpływa na produkcję chlorofilu w liściach. W pracy wcześniejszej [94] stwierdzono, że wpływ osi jest zróżnicowany, gdyż istnieje współzawodnictwo oś—liście o substancje niezbędne dla tworzenia chlorofilu a równocześnie oś stymuluje rozwój innych fotosyntetycznych składników.

Dwie prace Hardy'ego i współprac. [44, 45] dotyczą wpływu górnej części hypocotyłu (hypocotyl hook) na zazielenianie się i gromadzenie chlorofilu w etiolowanych liściach ogórka. Autorzy dochodzą do wniosku, że górna część hypocotyłu produkuje substancję lub substancje, które przeniesione do liści decydują o szybkości i intensywności ich zazieleniania się. Według doświadczeń autorów nie chodzi tutaj o IAA, kwas abscysynowy, GA_3 czy też benzylaminopurynę lub kwas δ -amino-lewulinowy.

Lovell i współprac. [78, 83, 84] oraz Moore i współprac. [92, 93, 95] zajęli się także tworzeniem korzeni przez izolowane liście gorczycy i rzodkwi badając wpływ światła na ten proces i uwzględniając termin

izolowania liścieni. Wynik ich doświadczeń pozwala stwierdzić, że światło indukuje tworzenie korzeni, przy czym długość okresu naświetlania jest istotniejsza niż wiek liścieni, chociaż i ten czynnik wpływa na wykształcenie korzeni (najlepsze tworzenie korzeni przez liścienie izolowane z 8-dniowych siewek). Uwzględnienie wpływu sacharozy doprowadziło do następujących wyników — sacharoza powoduje szybsze żółknięcie liścieni, hamuje tworzenie korzeni na świetle, natomiast stymuluje tworzenie korzeni w ciemności.

W całym szeregu prac poruszano zagadnienie wzajemnej zależności wpływu osi i liścieni rozpatrując jego różne aspekty. Bulard [14] ustala, że zarodek *Ginkgo biloba* rośnie *in vitro* normalnie tylko wtedy, gdy jego liścienie są zanurzone w pożywce. Raggio [114] stwierdza wyraźny wpływ liścieni na tworzenie się brodawek korzeniowych. Martos [87] obserwuje tworzenie pędu i korzenia przez izolowane liścienie grochu, zaś Phillips [113] stwierdza, że zahamowanie tworzenia brodawek korzeniowych powodowane przez liścienie grochu polega prawdopodobnie na przemieszczaniu się z liścieni do korzenia (via floem) substancji hamującej podziały komórkowe w korze. Aung [2] podaje na podstawie doświadczeń z odcinaniem liścieni, że młode liścienie pomidora są pierwotnym miejscem produkcji substancji stymulującej wzrost korzeni. Brown i Gifford [12] obserwując wzrost zarodków sosny *in vitro* dochodzą do wniosku, że rozwój korzeni jest lepszy, gdy sacharoza z pożywki pobierana jest przez liścienie a nie przez korzeń. Rolę liścieni sosny badają również Berlyn i Miłksche [8], a Ibanez [50] donosi, że w nasieniu *Theobroma cacao* wrażliwym na działanie chłodu, elementem reagującym na działanie zimna są liścienie.

Varner i współprac. [142] zajmują się starzeniem liścieni grochu badając pobieranie O_2 , wydalenie CO_2 , aktywność fosfatazy i amylazy. Na podstawie wyników formułują dość stanowczy wniosek, że oś jest niezbędna dla normalnego metabolizmu liścieni. Sugerują, iż w początkowych godzinach kiełkowania jakiś czynnik lub czynniki decydujące o metabolizmie przemieszczają się z osi do liścieni. Wpływ liścieni na kwitnienie 5 odmian grochu jest tematem pracy Moore'a [91]. Bain i Mercer [4] stwierdzają niezbędność liścieni dla normalnego rozwoju pędu grochu — liścieni nie można zastąpić żadnymi substancjami odżywczymi. Tego samego zagadnienia dotyczy praca Killeena i Larssona [59]. Normalnie rozwiniętą roślinę można uzyskać z osi rzodkiewki pozbawionej liścieni [49].

Praca Wiley'a i Ashtona [149] dowodzi, że hydroliza białek zmagazynowanych w liścieniach dyni oraz wzrost liścieni kontrolowane są przez oś. Liścienie w pewnym stopniu wpływają na wzrost osi. Guardiola i Sutcliffe [40] zajmują się hydrolizą białka w liścieniach grochu badając w czasie kiełkowania poziom azotu oraz aktywność proteazy. Autorzy obserwują zmiany pod wpływem odcięcia osi lub odcięcia samego tylko pędu i dochodzą do wniosku, że oś kontroluje aktywność proteazy (znacznie mniejsza po odcięciu osi) oraz transport azotu z liścieni. Wcześniejsza praca Beeversa [6] także dotyczy mobilizacji białek w liścieniach kiełkującego grochu. Także Chin i współprac. [20] badają wpływ odcięcia osi na metabolizm białkowy liścieni grochu. Oznaczali syntezę białka i RNA oraz włączanie aminokwasów w okresie od 12 do 144 godz. kiełkowania. Stwierdzili spadek ilości białka w liścieniach *in situ*, brak spadku w liścieniach izolowanych. W liścieniach *in situ* wyraźnie wzrastała zdolność włączania leucyny, zaś w liścieniach izolowanych była wyraźnie ograniczona. Duża przewaga polirybosomów we frakcji rybosomowej występo-

wała tylko w liścieniach *in situ*. Autorzy konkludują więc, że liścienie grochu pozbawione osi na początku kiełkowania nie wykazują hydrolizy białek. Jednakże nie mogą rozstrzygnąć, czy odcięcie osi zmniejsza produkcję mRNA w izolowanych liścieniach czy też w jakiś sposób ogranicza zdolność rybosomów do wiązania i użytkowania istniejących komponentów mRNA.

Inny aspekt wzajemnej zależności osi—liścienie rozpatrują Rameshwar i Steponkus [115]. Temperatury wyższe, hamujące wzrost siewek grochu w 50%, są letalne dla roślin, którym odcięto liścienie. Zostaje zahamowana hydroliza białka i skrobi, mimo iż czynne przy tym enzymy są termostabilne. Autorzy przypuszczają, że podwyższona temperatura nie działa bezpośrednio na liścienie, lecz poprzez osi.

Suzuki i Yamasaki [140] przypisują wzrastającą w liścieniach grochu aktywność oksydazy aminowej (E. C. 1. 4. 3. 6) obecności osi. Gaspar i współprac. [35] natomiast stwierdzają wzrost aktywności izoperoksydaz w osi *Lens culinaris* Med. po odcięciu osi od liścieni. Sądzą, że czynniki stymulujące lub hamujące aktywność enzymów przemieszczają się z liścieni do osi. W doświadczeniach swych stosowali również kinetynę, czego efektem była także stymulacja aktywności enzymu. Rozważają więc ewentualne działanie hormonów spowodowane zranieniem tkanek.

Należy teraz wrócić do regulatorów wzrostu. Aktywność proteolityczna w liścieniach dyni kontrolowana jest przez osi, podobny jednak efekt dają benzyladenina, kinetyna i fenyloadenina. Natomiast IAA i giberelina nie stymulują aktywności enzymatycznej [111]. Benzyladenina opóźnia tworzenie się amylazy i mobilizację skrobi w liścieniach grochu, a GA₃ nie stymuluje aktywności amylazy w liścieniach *in situ* ani w izolowanych [138, 139]. Giberelina (GA₃) indukuje tworzenie α -amylazy w liścieniach i osiach siewek *Cyamopsis tetragonoloba* [54], stymuluje aktywność fosfataz i fosforylazy skrobi [55]. Nie ma dowodów na hormonalną kontrolę aktywności amylpektyno-1,6-glukozydazy oraz enzymów proteolitycznych w liścieniach grochu — osi nie stymuluje aktywności enzymów [145]. Gotoh [38] przeprowadza porównawcze badania substancji o właściwościach giberelin w liścieniach dwóch odmian fasoli — normalnej i karłowatej. Z badań Shiningera [129] wynika, że liścienie grochu są źródłem giberelin dla młodej siewki.

Kursanov i współprac. [69] badają wpływ 6-benzylaminopuryny GA₃ i IAA na izolowane liścienie dyni. Tworzenie się struktury chloroplastów w liścieniach dyni i wpływ fitohormonów badają Khoklova i współprac. [58]. Prace Katsumi i współprac. [56, 57] dotyczą interakcji liścieni i giberelin oraz auksyn w wydłużaniu się hypokotylu ogórka oraz tworzenia korzeni przybyszowych przez hypokotyl ogórka. Autorzy stwierdzają, że 5 spośród badanych auksyn powoduje wydłużanie się hypokotylu bez względu na obecność liścieni. Natomiast giberelina daje podobny efekt w obecności liścieni. Dla tworzenia korzeni jednak liścienie są niezbędne. Autorzy przypuszczają, że auksyny są jednym z czynników dostarczanych do osi przez liścienie.

Przechodząc do omawiania badań nad wpływem kinetyny na liścienie należy zaznaczyć, że także ta grupa prac przedstawia wyniki często sprzeczne. O stymulującym wpływie kinetyny na aktywność amylazy w liścieniach fasoli donoszą Gepstein i Ilan [36]. Kinetyna hamuje syntezę chlorofilu w liścieniach ogórka [99]. Kinetyna zwiększa ilość chlorofilu w izolowanych liścieniach ogórka o 450% w porównaniu z kontrolą, przy czym wzrost ilości chlorofilu jest proporcjonalny do stężenia kinetyny,

zaś GA_3 , IAA i adenina nie mają wpływu na ilość chlorofilu [33]. Kinetyna i GA_3 stymulują syntezę chlorofilu w izolowanych liścieniach *Meremina aegyptica* L. [128] oraz w izolowanych liścieniach *Salvadora persica* L., [17].

Rijven i Parkash [120, 121] zajmują się stymulacją wzrostu liścieni *Trigonella foenum graecum* pod wpływem kinetyny. Stwierdzają, że kinetyna indukuje wzrost liścieni, syntezę RNA oraz współdziała z azotanami w indukowaniu aktywności reduktazy azotanowej [108]. Dalsze prace [122, 123] dotyczą wpływu potasu i amonu na wzrost liścieni indukowany przez kinetynę oraz pozwalają na stwierdzenie, że działanie kinetyny zależy od syntezy mRNA. Wyniki Bhandariego i Sena [9] świadczą o stymulującym wpływie kinetyny także w przypadku *Citrullus lanatus*.

Ilan i współprac. [51] stwierdzają, że kinetyna zwiększa pobieranie jonów K^+ i Rb^+ przez izolowane liścienie słonecznika przy równoczesnym przyspieszaniu ich wzrostu. Autorzy zauważyli, że działanie kinetyny jest słabsze, jeśli liścienie zostały odcięte od siewki w ciągu 5—7 dnia kiełkowania, zaś znacznie silniejsze w liścieniach izolowanych 2—4 dnia.

Przeprowadzono także doświadczenia z benzylaminopuryną badając jej wpływ na rozwój amyloplastów w liścieniach grochu [32] oraz na wzrost i przemieszczanie ^{14}C w izolowanych liścieniach gorczycy [80]. Badaniom wpływu atrazyny, benzyladeniny oraz osi embrionalnej na syntezę chlorofilu w liścieniach ogórka i dyni poświęcona jest praca Pennera i Wiley [112]. Benzyladenina stymuluje akumulację w liścieniach izolowanych i in situ (u ogórka i dyni), GA_3 nie ma żadnego wpływu, atrazyna hamuje tworzenie chlorofilu w izolowanych liścieniach dyni. Odcięcie osi przed 4 dniem kiełkowania powoduje spadek ilości chlorofilu w liścieniach ogórka, nie obniża poziomu chlorofilu w liścieniach dyni. Wyniki te wskazują, że synteza barwników w liścieniach jest kontrolowana przez pewną liczbę substancji wytwarzanych w osi, zaś podobna do kinin benzyladenina może stymulować działanie jednej z tych substancji.

Wyraźna reakcja liścieni na działanie cytokinin skłoniła kilku autorów do wysunięcia pewnych sugestii. Izolowany liścień, który wytworzył korzeń, można uznać i wykorzystać jako dobrze zdefiniowany układ eksperymentalny [81]. Ponadto należałoby wykorzystać szybki wzrost (przede wszystkim zwiększanie powierzchni) izolowanego liścienia, stymulowany przez kinetynę, jako test dla cytokinin [31, 72, 100].

Podobnie jak kiełkujące nasiona i siewki, liścienie stanowią obiekt badawczy o dużych zaletach metodycznych. Można je łatwo uzyskać w dużych ilościach, gdyż kiełkujące nasiona i młode siewki wymagają prostych tylko warunków: zaopatrzenia w wodę, odpowiedniej temperatury i wymiany gazowej. Kontrola warunków zewnętrznych jest nieskomplikowana. Prowadzenie badań porównawczych na liścieniach siewki i liścieniach izolowanych także nie nastręcza większych trudności, jak również różnego rodzaju inkubacje. Ponadto jest to materiał stosunkowo jednolity, co ma duże znaczenie.

Ważności merytorycznej dowodzi fakt, że w większości badań enzymatycznych prowadzonych na materiale roślinnym obiektem są liścienie. Podobnie w badaniach mitochondriów roślinnych. Liścienie nadają się doskonale do badania mechanizmów regulacji, zwłaszcza regulującego działania substancji wzrostowych.

Sprzeczność wyników wielu prac świadczy o brakach metodycznych, w tej dziedzinie badań jak również wskazuje na dużą liczbę nierozwiązanych a ważnych zagadnień. W chwili obecnej porównanie wyników

i ich ocena są niezmiernie trudne. Jeszcze trudniejsza jest próba pewnych uogólnień, które można by uznać za wystarczająco udokumentowane. Jedną z głównych przyczyn jest wspomniana już różnorodność metodyczna. Dużą różnorodnością charakteryzuje się sam materiał roślinny: liścienie hypogeiczne i epigeiczne, liścienie roślin oleistych, białkowych, skrobiowych. Dalej technika kielkowania. Nasiona moczy się w wodzie zalewając je całkowicie na kilka lub kilkanaście godzin (oddychanie! morfogenetyczny wpływ wody!) lub też kiełkuje na wilgotnym podłożu bez uprzedniego moczenia. Niektórzy badacze wykładają nasiona do spęcznienia i kielkowania w całości, inni — po uprzednim usunięciu okrywy nasiennej. Daje to ogromne różnice w szybkości pobierania wody, a co za tym idzie — znaczne przesunięcia czasowe we wszystkich procesach metabolicznych. Przesunięcia takie muszą rzutować na wyniki, gdyż dynamika tego okresu rozwojowego jest tak wielka, że badane parametry zmieniają się z godziny na godzinę.

Liścienie izolowane — termin ten w każdej pracy oznacza właściwie coś innego. Liścienie wyjęte z suchych nasion i dalej hodowane bez osi, zwane są tak samo liścieniami izolowanymi jak i liścienie odcięte z 16-dniowej siewki i również dalej hodowane. Siewki, z których pobiera się liścienie, hodowane są na podłożach różnego typu zwilżanych wodą lub roztworami pożywkowymi, albo też w pojemnikach tak, że korzenie zanurzone są w wodzie lub pożywce. Warunki świetlne hodowli są rozmaite. Jednoznaczna jest tylko ciemność, natomiast oświetlenie jest zróżnicowane od całodobowego oświetlenia ciągłego o różnym natężeniu, poprzez oświetlenie naturalne (szklarnia) aż do regulowanych, przemiennych okresów światła i ciemności.

Liścienie izolowane hoduje się na wilgotnej bibule lub też pływają w wodzie lub roztworze pożywki, przy czym część autorów dodaje antybiotyki w różnych stężeniach. Warunki świetlne zróżnicowane tak samo, jak w przypadku siewek.

Zasadą każdego ustawienia warunków doświadczalnych jest możliwie najlepsze rozwiązanie interesującego zagadnienia. Mimo to jednak wydaje się, że konieczne byłoby ustalenie pewnego minimum jednolitych warunków doświadczalnych. Przykładem może być rozumienie terminu „liścień”. Morfologicznie do liścienia należy ogonek liścienia. Fizjologicznie jest to już inny jakościowo element. Niektórzy autorzy używają do doświadczeń z „liścieniami” tylko połówek liścieni, oddalonych od ogonka, a wyniki komentują jako charakterystyczne dla liścienia, czyli całego organu. Zaznaczają przy tym, że odrzucona połówka przeszkadza w uzyskaniu wyników, gdyż prawdopodobnie jest miejscem tworzenia substancji wzrostowych.

Tylko część badań, których obiektem były liścienie, uwzględniała aspekt rozwojowy. Zarówno te badania jak i badania biochemiczne dostarczyły dość wyników, aby ostatecznie zrezygnować z poglądu, że liścienie to bierny magazyn substancji odżywczych. Można zaryzykować twierdzenie, że zarówno ze względu na przewagę troficzną jak i energetyczną (mitochondria liścieni łubinu nawet w 13 dniu pobierają więcej tlenu niż mitochondria pędu, mimo że już w 7 dniu świeża masa pędu prawie dwukrotnie przewyższa masę liścieni — Ratajczak 1972) oraz na produkcję substancji wzrostowych w liścieniach, rola regulacyjna liścieni jest przynajmniej tak wielka jak osi. Zaobserwowano brak kwitnienia u roślin, którym przed 13 dniem kielkowania odcięto liścienie [68]. Nie ulega także wątpliwości wpływ liścieni na tworzenie korzeni. Liścień niektórych ro-

ślin jest w zasadzie organem samodzielnym, gdyż izolowany z łatwością regeneruje korzenie, a często całą siewkę. Trudno więc zgodzić się z poglądem, że wyłącznie oś decyduje o przemianach zachodzących w liścieniach. Duża ilość szczegółowych danych nie pozwala jeszcze na dokładne opisanie roli liścieni i sposobu ich funkcjonowania. Nie można także sądzić, iż wzajemna zależność oś—liścienie jest taka sama w całym okresie kiełkowania. Z pewnością jest to zależność zmienna, dynamiczna, zależna od momentu rozwoju. Nie należy chyba także ustalać a priori hierarchii ważności w układzie oś—liścienie, chociażby ze względu na to, że zarówno w liścieniach jak i w paku wierzchołkowym pędu tworzą się substancje wzrostowe. Nierozważne też byłoby chyba przypisywanie jednej substancji wszechstronnych możliwości regulacyjnych (np. według jednej pracy za ten sam objaw odpowiedzialny jest IAA, według drugiej — kwas abscysynowy).

Opierając się na dotychczasowych wynikach można stwierdzić że liścien jest organem o dużej samodzielności, intensywnym metabolizmie i ogromnych możliwościach adaptacyjnych w zakresie syntez.

LITERATURA

- [1] Ashton F. M., Dahmen W. J. — *Phytochem.* 6, 641—645, 1967.
- [2] Aung L. H. — *Physiol. Plant.* 26, 306—309, 1972.
- [3] Bain J. M., Mercer F. V. — *Aust. J. Biol. Sci.* 19, 69—84, 1966a.
- [4] Bain J. M., Mercer F. V. — *Aust. J. Biol. Sci.* 19, 85—96, 1966b.
- [5] Banerji D., Laloraya M. M. — *Plant Cell Physiol.* 8, 263—68 1967.
- [6] Beevers L. — *Phytochem.* 7, 1837—44, 1968.
- [7] Beevers L., Poulson R. — *Plant Physiol.* 49, 476—81, 1972.
- [8] Berlyn J. P., Miksche J. P. — *Amer. J. Bot.* 52, 731—35, 1965.
- [9] Bhandari M. C., Sen D. W. — *Biochem. Physiol. Pflanzen* 162, 481—88, 1971.
- [10] Breidenbach R. W., Castelfranco P., Peterson C. — *Plant Physiol.* 41, 803—809, 1966.
- [11] Breidenbach R. W., Castelfranco P., Criddle R. S. — *Plant Physiol.* 42, 1035—1041, 1967.
- [12] Brown C. L., Gifford E. M. — *Plant Physiol.* 33, 57—64, 1958.
- [13] Brown A. P., Wray J. L. — *Bioch. J.* 108, 437—44, 1968.
- [14] Bulard C. — *Compt. Rend. Acad. Sci.* 235, 739—41, 1952.
- [15] Butler R. D. — *J. Exp. Bot.* 18, 535—43, 1967.
- [16] Carpenter W. J. C., Cherry J. H. — *Plant Physiol.* 41, 919—22, 1966.
- [17] Chawan D. D., Sen D. N. — *Biochem. Physiol. Pflanzen* 163, 611—13, 1972.
- [18] Cherry J. H. — *Plant Physiol.* 38, 440—46, 1963.
- [19] Chibnall A. C. — *Metabolizm białek w roślinie*, PWRiL, Warszawa, 1952.
- [20] Chin T. Y., Poulson R., Beevers L. — *Plant Physiol.* 49, 482—89, 1972.
- [21] Chou Kuo-Howere, Splittstoesser W. E. — *Physiol. Plant.* 26, 110—114, 1972.
- [22] Cook J. A., Sehgal P. P. — *J. Exp. Bot.* 21, 672—676, 1970.
- [23] Czosnowski E. — *Bull. Soc. Amis Sci. Lettr. Poznań, ser. D.* 14, 7—12, 1973.
- [24] Czosnowski J. — *Acta Soc. Bot. Pol.* 31, 693—702, 1962.
- [25] Czosnowski J. — *Acta Soc. Bot. Pol.* 44, 117—127, 1974.
- [26] Czosnowski J., Michejda J. — *Acta Soc. Bot. Pol.* 33, 335—50, 1964.

- [27] Draper S. R. — *Phytochem.* 8, 1641—47, 1969.
- [28] Draper S. R., Simon E. W. — *Phytochem.* 9, 1997—2002, 1970.
- [29] Draper S. R., Simon E. W. — *J. Exp. Bot.* 22, 481—86, 1971.
- [30] Egami F., Ohmachi K., Lida K., Taniguchi S. — *Biokhimija* 22, 122—34, 1957.
- [31] Esashi Y., Leopold A. C. — *Plant Physiol.* 44, 618—20, 1969.
- [32] Farinneau N., Roussaux M. J. — *C. R. Acad. Sci.* 273, 181—91, 1970.
- [33] Fletcher R. A., Cullagh D. — *Planta* 101, 88—90, 1971.
- [34] Ford T. W., Simon E. W. — *J. Exp. Bot.* 23, 423—31, 1972.
- [35] Gaspar Th., Khan A. A., Fries D. — *Plant Physiol.* 51, 146—149, 1973.
- [36] Gepstain S., Ilan I. — *Plant Cell. Physiol.* 11, 819—22, 1970.
- [37] Gientka-Rychter A., Cherry J. H. — *Plant Physiol.* 43, 653—659, 1968.
- [38] Gotoh N. — *Plant Cell Physiol.* 11, 355—359, 1970.
- [39] Gruber P. J., Trelease R. N., Becker W. M., Newcomb E. H. — *Planta* 93, 269—88, 1970.
- [40] Guardiola J. L., Sutcliffe J. F. — *Ann. Bot.* 35, 791—808, 1971a.
- [41] Guardiola J. L., Sutcliffe J. F. — *Ann. Bot.* 35, 809—24, 1971b.
- [42] Guardiola J. L., Sutcliffe J. F. — *J. Exp. Bot.* 23, 322—37, 1972.
- [43] Hall Z. C., Cocking E. C. — *Plant Cell Physiol.* 7, 329—41, 1966.
- [44] Hardy S. L., Castelfranco P. A., Rebeiz A. A. — *Plant Physiol.* 46, 705—707, 1970.
- [45] Hardy S. L., Castelfranco P. A., Rebeiz A. A. — *Plant Physiol.* 47, 705—708, 1971.
- [46] Häcker M. — *Planta* 76, 309—325, 1967.
- [47] Häcker M., Stöhr H. — *Planta* 68, 215—24, 1966.
- [48] Hock B. — *Planta* 93, 26—38, 1970.
- [49] Hoffmannowa A. — *Acta Soc. Bot. Pol.* 36, 27—37, 1967.
- [50] Ibanez M. I. — *Nature* 201, 414—15, 1964.
- [51] Ilan I., Gilad T., Reinhold I. — *Physiol. Plant.* 24, 337—41, 1971.
- [52] Ingle J. — *Bioch. J.* 108, 715—24, 1968.
- [53] Juliano B. O., Varner J. E. — *Plant Physiol.* 44, 886—92, 1969.
- [54] Kathju S., Tewari M. N. — *Biochem. Physiol. Pflanzen* 162, 295—99, 1971.
- [55] Kathju S., Tewari M. N. — *Biochem. Physiol. Pflanzen* 163, 450—457, 1972.
- [56] Katsumi M., Purves W. K., Phinney B. O., Kato J. — *Physiol. Plant.* 18, 550—56, 1965.
- [57] Katsumi M., Chiba Y., Fukuyama M. — *Physiol. Plant.* 22, 993—1000, 1969.
- [58] Khokhlova V. A., Sveshnikova I. N., Kulaeva O. N. — *Citologija* 13, 1074—79, 1971.
- [59] Killeen L. A., Larsson L. A. — *Amer. J. Bot.* 55, 961—965.
- [60] Knypl J. S. — *Biochem. Physiol. Pflanzen* 162, 127—141, 1971.
- [61] Knypl J. S., Rennert A. — *Z. Pflanzenphysiol.* 62, 97—107, 1970.
- [62] Knypl J. S., Chychlińska K. M. — *Z. Pflanzenphysiol.* 66, 297—306, 1972.
- [63] Knypl J. S., Chylińska K. M. — *Biochem. Physiol. Pflanzen* 163, 52—63, 1972.
- [64] Kolöffel C. — *Acta Bot. Neerl.* 17, 70—77, 1968.
- [65] Kolöffel C. — *Acta Bot. Neerl.* 18, 406—19, 1969.
- [66] Kolöffel C. — *Planta* 91, 321—28, 1970.
- [67] Kolöffel C., Sluys J. V. — *Acta Bot. Neerl.* 19, 503—45, 1970.
- [68] Krasnowa E. M., Smirnow B. K. — *Tr. Kostrom s-ch- in-ta „Karawa-jewo”* 28, 177—133, 1970.

- [69] Kursanov A. L., Kulaeva O. N., Mikulovich T. P. — *Amer. J. Bot.* 56, 767—72, 1969.
- [70] Lai Y. F., Thompson J. E., Barrell R. W. — *Phytochem.* 10, 41—49, 1971.
- [72] Letham D. S. — *Physiol. Plant.* 25, 391—96, 1971.
- [73] Lewington R. J., Talbot M., Simon E. W. — *J. Exp. Bot.* 18, 526—534, 1967.
- [74] Lewington R. J., Simon E. W. — *J. Exp. Bot.* 20, 138—144, 1969.
- [75] Longo C. P. — *Plant Physiol.* 43, 660—64, 1968.
- [76] Lott J. N. A. — *Can. J. Bot.* 48, 2227—31, 1970.
- [77] Lott J. N. A., Castelfranco P. — *Can. J. Bot.* 48, 2233—40, 1970.
- [78] Lovell P. H., Moore K. G. — *Planta* 85, 351—58, 1969.
- [79] Lovell P. H., Moore K. G. — *Physiol. Plant.* 23, 179—86, 1970.
- [80] Lovell P. H., Moore K. G. — *J. Exp. Bot.* 21, 1017—30, 1970.
- [81] Lovell P. H., Barrett E., Moore K. G. — *New Phytol.* 69, 1185—1187, 1970.
- [82] Lovell P. H., Moore K. — *J. Exp. Bot.* 22, 153—62, 1971.
- [83] Lovell P. H., Cobb A., Moore K. G. — *Ann. Bot.* 53, 501—509, 1971.
- [84] Lovell P. H., Illsley A., Moore K. H. — *Ann. Bot.* 36, 123—134, 1972.
- [85] Malhotra S. S., Spencer M. — *Plant Physiol.* 46, 40—44, 1970.
- [86] Malhotra S. S., Spencer M. — *J. Exp. Bot.* 22, 70—77, 1971.
- [87] Martos I. — *Naturwiss.* 44, 240, 1957.
- [88] Młodzianowski F. — *Z. Pflanzenphysiol.* 66, 362—65, 1972.
- [89] Mohr H. — *Planta* 53, 219, 1959.
- [90] Mollenhauer H. H., Totten C. — *J. Cell Biol.* 48, 395—405, 1971.
- [91] Moore T. C. — *Plant Physiol.* 39, 924—27, 1964.
- [92] Moore K. G., Lovell P. H. — *Physiol. Plant.* 22, 937—44, 1969.
- [93] Moore K. G., Lovell P. H. — *Physiol. Plant.* 23, 985—92, 1970.
- [94] Moore K. G., Lovell P. H. — *Planta* 93, 289—94, 1970.
- [95] Moore K. G., Cobb A., Lovell P. H. — *J. Exp. Bot.* 23, 65—74, 1972.
- [96] Moore K. G., Bentley K., Lovell P. H. — *J. Exp. Bot.* 23, 432—39, 1972.
- [97] Morohashi Y., Shimokoriyama M. — *J. Exp. Bot.* 23, 45—53, 1972.
- [98] Morohashi Y., Shimokoriyama M. — *J. Exp. Bot.* 23, 54—61, 1972.
- [99] Narain A., Laloraya M. M. — *Plant Cell Physiol.* 11, 173—75, 1970.
- [100] Narain A., Laloraya M. M. — *Z. Pflanzenphysiol.* 71, 313—322, 1974.
- [101] Nawa Y., Asashi T. — *Plant Physiol.* 48, 671—74, 1971.
- [102] Nawa Y., Asashi T. — *Plant Physiol.* 51, 833—38, 1973.
- [103] Neucere N. J., Ory R. L. — *Plant Physiol.* 45, 616—19, 1970.
- [104] Nieman R. H., Poulsen L. I. — *Plant Physiol.* 42, 946—52, 1967.
- [105] Okamoto H. — *Plant Cell Physiol.* 3, 83—94, 1962.
- [106] Öpik H. — *J. Exp. Bot.* 17, 427—439, 1966.
- [107] Öpik H. — *J. Exp. Bot.* 19, 64—67, 1968.
- [108] Parkash V. — *Planta* 102, 372—73, 1972.
- [109] Payne P. I., Boulter D. — *Planta* 84, 263—71, 1969a.
- [110] Payne P. I., Boulter D. — *Planta* 87, 63—63, 1969b.
- [111] Penner D., Ashton F. M. — *Plant Physiol.* 42, 791—96, 1967.
- [112] Penner D., Wiley L. — *Physiol. Plant.* 26, 148—51, 1972.
- [113] Phillips D. A. — *Physiol. Plant.* 25, 482—87, 1971.
- [114] Raggio M., Raggio M. — *Phyton* 7, 103—119.
- [115] Rameshwar A., Steponkus P. L. — *Physiol. Plant.* 24, 347—53, 1971.
- [116] Ratajczak L., Mazurowa H. — *Acta Soc. Bot. Pol.* 40, 377—87, 1971.
- [117] Rebeiz C., Castelfranco P. — *Plant Physiol.* 39, 932—38, 1964.

- [118] Rebeiz C. A., Yaghi M., Abou-Haidar M., Castelfranco P. A. — *Plant Physiol.* 46, 57—63, 1970.
- [119] Reid J. S. G. *Planta* 100, 131—42, 1971.
- [120] Rijven A. H. G. C., Parkash V. — *Plant Physiol.* 45, 638—40, 1970.
- [121] Rijven A. H. G. C., Parkash V. — *Plant Physiol.* 47, 59—64, 1971.
- [122] Rijven A. H. G. C. — *J. Exp. Bot.* 23, 1039—59, 1972.
- [123] Rijven A. H. G. C., Eckhardt L. — *Z. Pflanzenphysiol.* 66, 372—74, 1972.
- [124] Ross C., Murray M. G. — *Plant Physiol.* 48, 626—30, 1971.
- [125] Schnarrenberger C., Oeser A., Tolbert N. E. — *Plant Physiol.* 48, 566—74, 1971.
- [126] Schopfer P., Hock B. — *Planta* 96, 248—53, 1971.
- [127] Seeschaaf K. W., Pirson A. — *Biochem. Physiol. Pflanzen* 162, 177—192, 1971.
- [128] Sen D. N., Sharma K. D. — *Biochem. Physiol. Pflanzen* 163, 556—61, 1972.
- [129] Shininger T. L. — *Plant Physiol.* 49, 341—44, 1972.
- [130] Simola L. K. — *Ann. Acad. Sci. Fenn. A. IV. Biol.* 156, 1—18, 1969.
- [131] Smith D. L., Flinn A. M. — *Planta* 74, 72—85, 1967.
- [132] Smith D. V. — *Ann. Bot.* 31, 511—21, 1971.
- [133] Splittstoesser W. E. — *Plant Physiol.* 44, 361—66, 1969.
- [134] Splittstoesser W. E. — *Phytochem.* 8, 735—58, 1969.
- [135] Splittstoesser W. E. — *Plant Cell Physiol.* 10, 87—94, 1969.
- [136] Splittstoesser W. E. — *Plant Cell Physiol.* 23, 1119—26, 1970.
- [137] Splittstoesser W. E., Stewart S. A. — *Physiol. Plant.* 23, 1119—26, 1970.
- [138] Sprent J. — *Planta* 81, 80—87, 1968.
- [139] Sprent J. — *Planta* 82, 299—301, 1968.
- [140] Suzuki Y., Yamasaki K. — *Physiol. Plant.* 23, 441—45, 1971.
- [141] Treffry T., Klein A., Abrahamsen M. — *Aust. J. Biol. Sci.* 20, 859—868, 1967.
- [142] Varner J. E., Balce L. V., Huang R. C. — *Plant Physiol.* 38, 89—92, 1963.
- [143] Varner J. E., Schidlovsky G. — *Plant Physiol.* 38, 139—44, 1963.
- [144] Vedel F., D'Aoust M. J. — *Plant Physiol.* 46, 81—85, 1970.
- [145] Vlodawsky L., Harel E., Mayer A. M. — *Physiol. Plant.* 25, 363—68, 1971.
- [146] Walbot V. — *New Phytol.* 72, 479—83, 1973.
- [147] Walbot V. — *Planta* 108, 161—71, 1972.
- [148] White H. B. jr. — *Plant Physiol.* 33, 218—226, 1958.
- [149] Wiley L., Ashton F. M. — *Physiol. Plant.* 20, 688—696, 1967.
- [150] Wolff J., Price L. — *J. Biol. Chem.* 235, 1603—08, 1960.
- [151] Wong K. F., Cossins E. A. — *Phytochem.* 8, 1327—38, 1969.
- [152] Yomo H., Varner J. E. — *Plant Physiol.* 51, 708—13, 1973.
- [153] Young J. L. — *Plant Physiol.* 32 suppl. XXV, 1957.
- [154] Young J. L., Varner J. E. — *Arch. Biochem. Biophys.* 84, 71—78, 1959.
- [155] Zeleneva I. V. — *Fizjol. Rast.* 19, 742—47, 1972.

NAPOLEON WOLAŃSKI

AKTUALNA KONCEPCJA ZJAWISKA HETEROZJI I HOMOZJI U CZŁOWIEKA

Zjawisko heterozji pozornie dobrze poznane w świecie roślin i zwierząt jest opisywane jako objaw bujania cech u mieszańców, który się objawia, zdaniem większości autorów, większymi wymiarami ciała, a także zmienionym poziomem przemiany materii [1]. Powstają dwa pytania: czy zjawisko heterozji dotyczy także gatunku *Homo sapiens* oraz, czy przejawia się ono podobnie u człowieka, jak to dotychczas wykazano dla zwierząt.

Odpowiedź na te pytania była przedmiotem naszych badań w ciągu minionych 10 lat. Ponieważ zjawisko hybrydyzacji populacji ludzkich wydaje się być nie obojętnym dla procesów ewolucji, od tej strony pragniemy przedstawić współczesną koncepcję heterozji u człowieka. Koncepcja ta stanowi przeciwstawienie stworzonej przy tej okazji koncepcji homozji. Jak jednak się przekonamy, przeciwstawienie to dotyczy przede wszystkim przyczyn zjawiska, aniżeli obserwowanych efektów — które niekiedy są zbieżne. Praca niniejsza ma na celu wykazanie, na czym polega istota zjawiska heterozji u człowieka i jakie może być jej znaczenie dla procesów ewolucji.

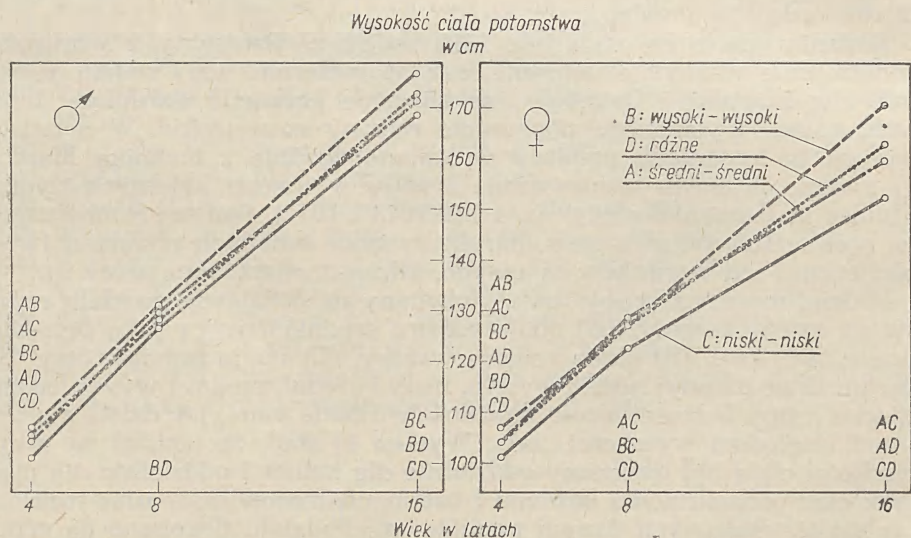
Badania oparto na materiale 1412 rodzin ze Szczecina, z warunków ekonomicznie względnie dobrych oraz na materiale 1097 rodzin ze wsi powiatów Suwałki i Ostrołęka, ze znacznie gorszych warunków bytowych, aniżeli wymienione poprzednio rodziny szczecińskie. W przedstawionych tu badaniach pomiary wykonano zgodnie z techniką Martina [2], a dane liczbowe zamieszczone zostały w dwóch kolejnych tomach „Studies in Human Ecology” (t. 1 i 2, 1973 i 1974), tam też zamieszczony jest opis metod badania oraz charakterystyka badanych populacji (wielkości cech) i ich warunków bytowych, klimatu, charakteru pracy itp.

Podział dzieci na grupy został dokonany na podstawie podziału rodziców na cztery zespoły: (A) oboje rodzice średnio wysocy jako przedstawiciele swej płci, (B) oboje rodzice wysocy, (C) oboje rodzice niski, (D) inne możliwe układy: niski i wysoki, niski i średni, średni i wysoki rodzic. Dzieci z grupy D teoretycznie powinny być takie same, jak dzieci z grupy A pod względem wysokości ciała. Wynika to stąd, że podział na grupy wysokości ciała był dokonany oddzielnie dla kobiet i oddzielnie dla mężczyzn oraz oddzielnie dla każdego z badanych środowisk, według rozkładu liczebności właściwych danym populacjom. Podziału dokonano na grupy równoliczne o niskiej, średniej i dużej wysokości ciała. Oczekiwanie to wynika także stąd, że sprawdzono w każdym z badanych środowisk, czy rodziny wchodzące w skład grupy D i grupy A mają podobne warunki bytowe, status społeczny itd. Okazało się, że tak w Szczecinie, jak i w badanych wsiach grupa A nie różni się pod tym względem od grupy D

w każdym z tych dwóch środowisk z oddzielną [3, 9]. Ewentualnych różnic między grupą A i D w danym środowisku można więc oczekiwać na innej zasadzie, a mianowicie można wykazać, że dzieci z grupy D są bardziej heterozygotyczne, aniżeli dzieci z grupy A. Ten sposób rozumowania pokazany jest w tab. 1. Wynika z niej, że pojęcie heterozygotyczności i homozygotyczności w odniesieniu do cech o rozkładzie ciągłym, a więc kontrolowanych poligenicznie nie może być traktowane w sposób dosłowny, lecz że chodzi tu o porównywanie osobników lub populacji bardziej heterozygotycznych niż inni osobnicy (lub populacje), które w relacji do tych pierwszych mogą być traktowani jako bardziej homozygotyczni.

1. HETEROZYGOTYCZNOŚĆ I EKOSYNTETYWNOŚĆ

Przyjmując jedną z powyżej podanych relacji, a mianowicie przeciwstawiając potomstwo pary rodziców o negatywnym doborze wybiórczym potomstwu pary rodziców o doborze wybiórczym pozytywnym — tym samym dokonaliśmy porównania między potomstwem bardziej heterozygotycznym z potomstwem bardziej homozygotycznym. Cechą segregującą rodziców pod względem typu doboru wybiórczego, jak również badaną u dzieci zrodzonych z tych małżeństw — była wysokość ciała. Z badań rodzin z dobrych warunków bytowych (Szczecin) wynika, że dzieci rodziców niepodobnych do siebie pod względem wysokości ciała są w większości badanych klas wieku i u obu płci wyższe niż dzieci obojga rodziców średnio wysokich — wychowywanych w podobnie korzystnych warunkach bytowych (rys. 1). Obecnie uzyskane wyniki potwierdzają

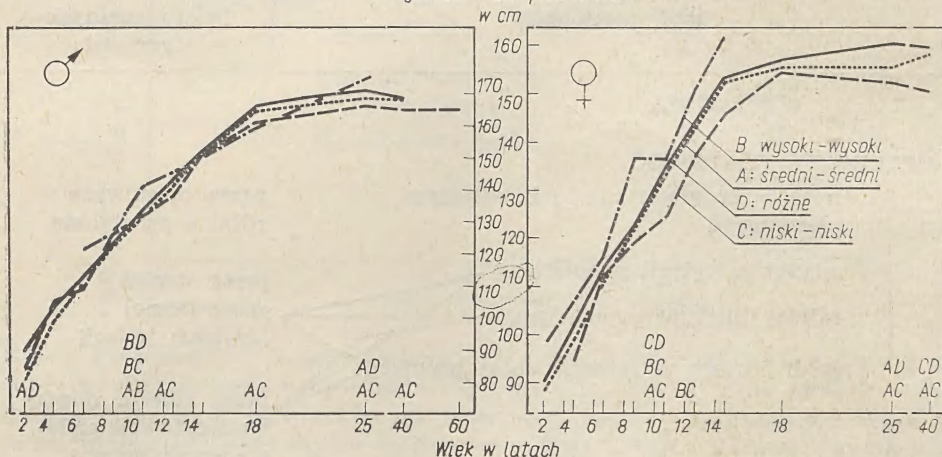


Rys. 1. Wysokość ciała potomstwa w wieku od 4 do 16 lat wychowywanego we względnie dobrych warunkach bytowych (Szczecin), urodzonego z obojga rodziców niskich (jako przedstawicieli swojej płci), średnio wysokich i wysokich, oraz wszelkich innych możliwych kombinacji (niski-średni, średni-wysoki, niski-wysoki)

wniosek wysunięty wcześniej, a oparty o ocenę stopnia oczekiwanej heterozygotyczności na podstawie odległości miejsc urodzenia rodziców (tzw. promień krzyżowania rozumiany jako miara izolacji przez dystans). Zgodnie z tymi wcześniejszymi badaniami wysokość ciała u dzieci szczytnskich wzrastała w miarę wzrostu dystansu dzielącego miejsca urodzenia ich rodziców, a więc w miarę wzrostu szansy różnic genetycznych między populacjami, z jakich wywodzili się rodzice badanych dzieci [9].

W analogiczny sposób porównaliśmy dzieci rodziców niepodobnych do siebie pod względem wysokości ciała z dziećmi rodziców podobnych do siebie pod względem wysokości ciała jako przedstawicieli swojej płci — jednak obu grup wychowywanych w złych warunkach bytowych (ubogie indywidualne wsie rolnicze). Okazało się, że dzieci rodziców niepodobnych do siebie (bardziej heterozygotyczne w porównaniu z drugą grupą) są niższe we wszystkich badanych klasach wieku od dzieci obojga rodziców średnio wysokich (a więc bardziej homozygotycznych niż grupa pierwsza) — a wychowywanych w analogicznie złych warunkach bytowych (rys. 2).

Wysokość ciała potomstwa



Rys. 2. Wysokość ciała potomstwa w wieku 2–60 lat wychowywanego w niekorzystnych warunkach bytowych (ubogie wsie kurpiowskie i suwalskie), urodzonego z obojga rodziców niskich (jako przedstawicieli swojej płci), średnio wysokich i wysokich, oraz wszelkich innych możliwych kombinacji (niski-średni, średni-wysoki, niski-wysoki). Litery poniżej krzywych na rys. 1 i 2 oznaczają różnice istotne statystycznie

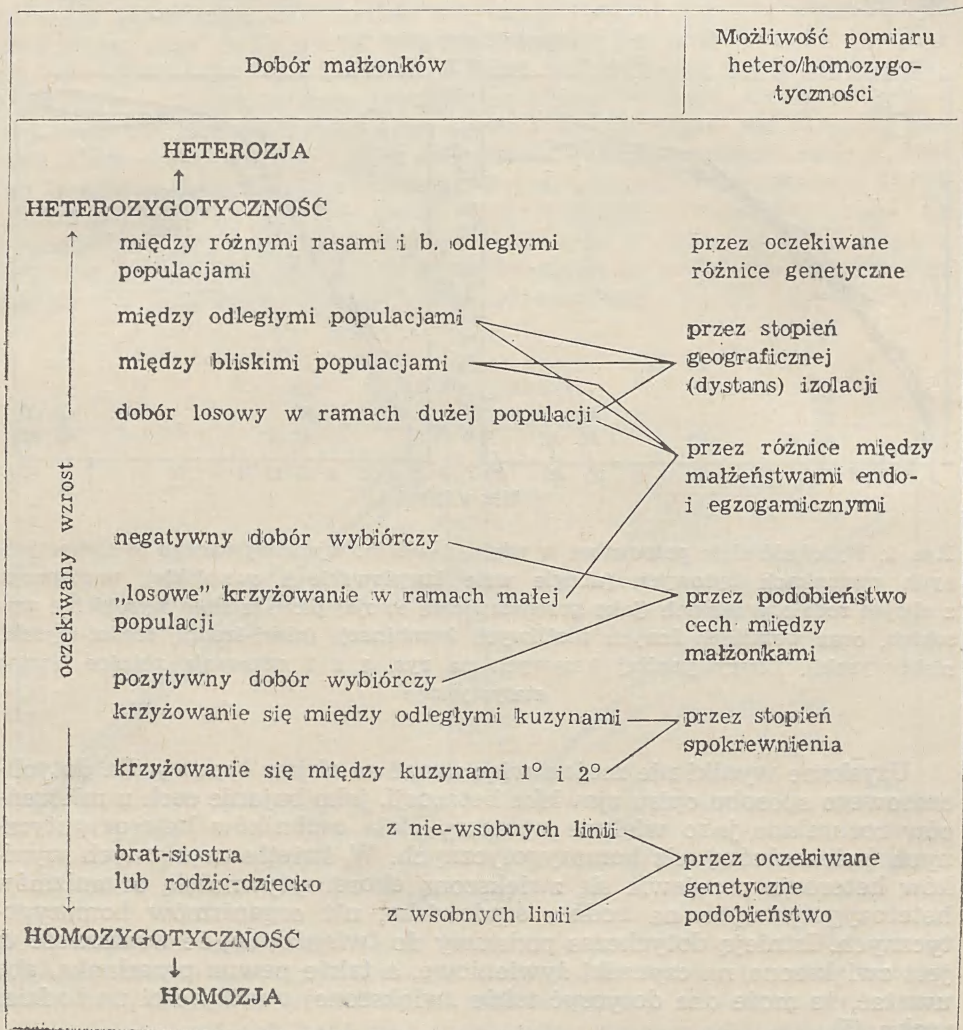
Uzyskane wyniki nie można więc uznać za objaw typowy dla dotychczasowego sposobu opisu zjawiska heterozji, jako bujanie cech u mieszańców rozumiane jako większe wymiary ciała osobników heterozygotycznych (mieszańców) niż homozygotycznych. W świetle uzyskanych wyników heterozja przejawia się zwiększoną ekosensytywnością organizmów heterozygotycznych na bodźce środowiska, niż organizmów homozygotycznych. Istnieją dotychczas podstawy do twierdzenia, że wrażliwość ta jest zwiększona na czynniki żywieniowe, a także pewna przesłanka, aby uważać, że może ona dotyczyć także zwiększonej wrażliwości na bodziec ruchu [5].

2. STOSUNEK ROZWOJU PRZED URODZENIEM I PO URODZENIU

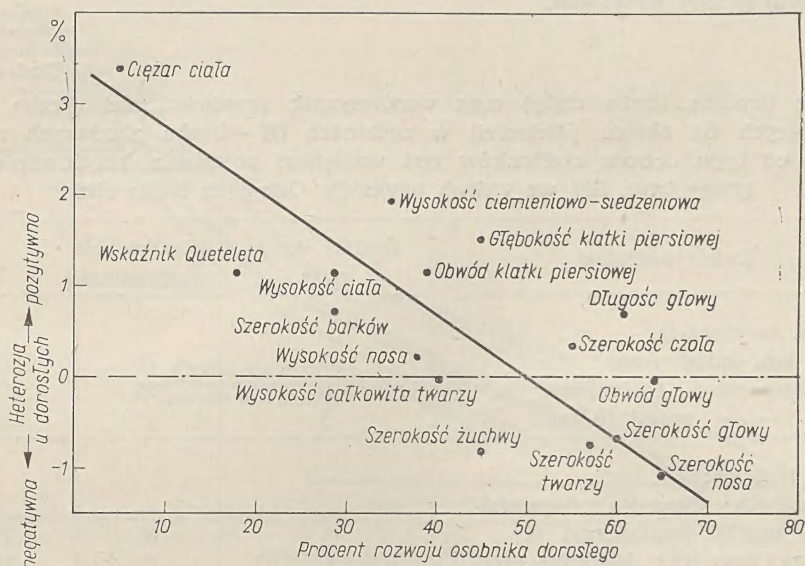
Powyżej uzyskane wyniki dotyczą wysokości ciała, która w ok. 70% rozwija się w okresie postnatalnym, a tylko w ok. 30% do chwili urodzenia. Powstało pytanie czy w podobny sposób zjawisko to kształtuje się dla innych cech, które w jeszcze większym (np. ciężar ciała w ok. 95%) stopniu rozwijają się w okresie postnatalnym, jak również w stosunku do cech, które mniej niż w połowie (np. szerokość nosa, długość głowy, szerokość głowy, szerokość twarzy od 36 do 43%) rozwijają się postnatalnie, czyli już w chwili urodzenia się dziecka w ponad 50% osiąga wielkość, jaka jest właściwa dla osoby dorosłej.

Tabela 1

Dobór małżeński sprzyjający heterozji lub homozji potomstwa — ułożony według potencjalnie najbardziej heterogenicznych do najbardziej homogenicznych układów par małżeńskich



Dotychczas zjawisko to zbadaliśmy jedynie na przykładzie ludności żyjącej w dobrych warunkach bytowych, to jest u ludności miejskiej. Zastosowaliśmy tu podział na dzieci z rodzin egzogamicznych, które uznaliśmy jako bardziej heterozygotyczne oraz dzieci z rodzin endogamicznych, które uznaliśmy za bardziej homozygotyczne (tab. 1). Jak się okazuje (rys. 3), ma tu miejsce następująca prawidłowość. Te cechy, które rozwijają się głównie w okresie postnatalnym są u osobników heterozygotycznych wychowywanych w dobrych warunkach bytowych większe niż



Rys. 3. Procent przewyższenia (heterozja pozytywna) lub niedoboru (heterozja negatywna) różnych cech u potomstwa rodziców wywodzących się z różnych wiosek (egzogamicznych) w porównaniu do potomstwa rodziców wywodzących się z tej samej wioski (endogamicznych), zależnie od stopnia rozwoju cechy w okresie przed urodzeniem. Na przykład ciężar ciała w chwili urodzenia wykazuje ok. 5% tej wysokości ciała, jaką ma przeciętnie człowiek dorosły, a więc 95% cechy rozwija się po urodzeniu — cecha ta wykazuje heterozję pozytywną — w 3,3% jest u osobników dorosłych większa u osobników heterozygotycznych (z rodzin egzogamicznych) aniżeli u osobników homozygotycznych (z rodzin endogamicznych)

u osobników homozygotycznych wychowywanych w analogicznie dobrych warunkach bytowych. Objaw ten nazwaliśmy heterozją pozytywną¹. Z kolei jednak te cechy, które rozwijają się głównie w okresie prenatalnym, osiągając do chwili urodzenia ponad 50% wielkości właściwej osobnikowi dorosłemu, są u osobników heterozygotycznych wychowywanych w dobrych warunkach bytowych mniejsze, niż u osobników homozygotycznych wychowywanych w analogicznie dobrych warunkach bytowych. Ten z kolei objaw nazwaliśmy heterozją negatywną (rys. 3).

¹ W porozumieniu z innymi badaczami proponujemy ostatnio zmienić ten termin na pozytywną i negatywną ekspresywność, co jest jednak kontrowersyjne, ma bowiem inne ustalone znaczenie.

3. PŁODNOŚĆ, PRZEŻYWALNOŚĆ A HETEROZJA

Obok zjawiska heterozji (high hybrid vigor) odnoszonego do wielkości ciała, bywa ono rozważane w zakresie płodności oraz przeżywalności. Zjawiska te badaliśmy oceniając heterozygotyczność oraz homozygotyczność za pomocą dwóch systemów. W pierwszym przypadku w podziale na potomstwo małżeństw endogamicznych i egzogamicznych, w drugim przypadku jako potomstwo rodziców podobnych lub niepodobnych pod względem grupy krwi Rh.

Tabela 2

Płodność (średnia liczba ciąży) oraz współczynnik przeżywalności (liczba dzieci dożywających do okresu płodności) w rodzinach (N = liczba zbadanych rodzin) zależnie od typu doboru małżonków pod względem promienia krzyżowania oraz grupy krwi RH we wsiach powiatów Ostrołęka i Suwałki

Dobór małżeński	Średnia liczba ciąży	Współczynnik przeżywalności	N
Promień krzyżowania:			
0 km, endogamiczny	7	73	43
egzogamiczny, 1—10 km	6	75	57
—, — ponad 10 km	5	83	36
Grupa krwi Rh:			
mąż Rh ⁺ , żona Rh ⁻ (potencjalny konflikt serologiczny)	8	68	14
mąż i żona Rh ⁺ (lub oboje Rh ⁻)	6	78	88
mąż Rh ⁻ , żona Rh ⁺	6	80	20

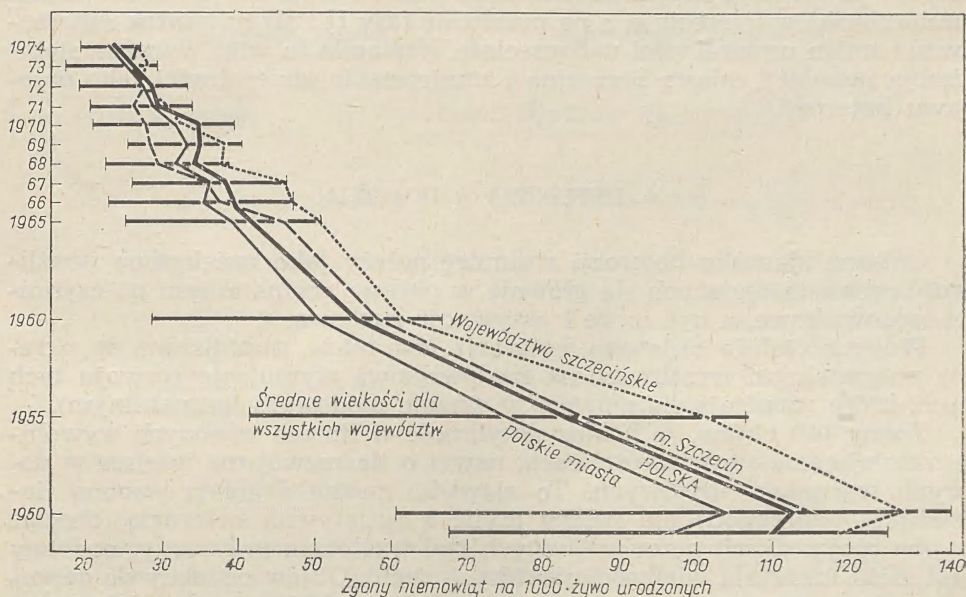
Biorąc pod uwagę promień krzyżowania (tab. 2) stwierdziliśmy, że w rodzinach endogamicznych większa jest średnia liczba ciąży, jednak wskaźnik przeżywalności jest niższy niż w rodzinach egzogamicznych, w których płodność jest niższa, natomiast wyższy jest wskaźnik przeżywalności.

Przy heterozygotyczności pod względem czynnika Rh bez potencjalnego konfliktu serologicznego (mąż Rh —, żona Rh +) także obserwowano mniejszą liczbę ciąży oraz większą przeżywalność (tab. 2) niż w przypadku rodzin ze zgodnym czynnikiem Rh (u obu małżonków dodatni lub ujemny). Natomiast w przypadku małżeństw o potencjalnym konflikcie serologicznym (czyli mąż Rh +, żona Rh—) płodność była znacznie wyższa przy jednocześnie obniżonym znacznie wskaźniku przeżywalności. Następowo to zapewne w wyniku hemolitycznej żółtaczki noworodków — badano populacje wiejskie w okresie, gdy nie stosowano jeszcze na tych terenach przetaczania krwi u noworodków. Jest to jednak już odmienne zagadnienie.

Wymienione powyżej wyniki dotyczą wsi o stosunkowo małym stopniu migracji i tym samym znacznym stopniu homozygotyczności. W populacjach tych średni promień krzyżowania wynosił zaledwie ok. 6 km. Analizie poddaliśmy także populację, w której promień krzyżowania był bardzo duży. Była to wspomniana już ludność Szczecina, w którym

w wyniku zmiany przynależności państwowej w 97% ludność uległa wymianie.

Promień krzyżowania, w okresie gdy dokonywaliśmy badań, wynosił ok. 270 km [3], w tym też okresie wskaźnik umieralności niemowląt był w tym mieście wyższy niż średnie w innych miastach Polski, a na wsiach szczecińskich jeden z najwyższych na wiejskich terenach Polski (rys. 4).



Rys. 4. Zgony niemowląt na 1000 żywo urodzonych w Polsce w latach 1949–1974: średnia krajowa, średnia dla miast polskich, oraz zakres wahań dla poszczególnych województw. Na tym tle zaznaczone średnie dla Szczecina oraz dla województwa szczecińskiego. Umieralność niemowląt na tych ostatnich terenach była znacznie większa aniżeli średnia dla miast lub średnia krajowa, dopiero gdy zaczęło się rodzić drugie pokolenie dzieci już urodzonych z rodziców urodzonych w Szczecinie — dał się zaobserwować (od 1966 r.) spadek zgonów, z pewnym opóźnieniem zjawisko to wystąpiło także na terenie wsi szczecińskich, co można tłumaczyć późniejszym ich zasiedleniem i mniejszą stabilnością mieszkańców. Ciekawe jest przy tym, że po 1971 r. wskaźnik umieralności niemowląt niemal się nie zmienia tak na terenie Szczecina, jak i województwa szczecińskiego — podczas gdy przesuwa się ku mniejszym stratom niemowląt średnia krajowa, średnia dla miast polskich oraz maksymalna wielkość w skali województw i miast wydzielonych. Nie przesuwa się także niemal minimalna wielkość dla województw i miast wydzielonych. Zjawisko to zależy być może od wewnętrzpopulacyjnych przyczyn (np. struktura wczesnych i późnych zgonów), działalności służby zdrowia, chorób epidemicznych itp. — co w przyszłości będzie poddane dalszej analizie.

W ostatnich kilkudziesięciu latach nastaje oczywiście znaczny spadek umieralności na wszystkich obszarach kraju. Gdy jednak od ok. 1967 r. zaczęły się rodzić dzieci urodzone z rodziców urodzonych w tym mieście, (a więc którzy nie zmarli w okresie niemowlęctwa), wówczas wskaźnik umieralności niemowląt zmniejszył się bardziej w tym mieście niż na in-

nych terenach, był przez kilka lat w Szczecinie niższy niż w innych miastach i jest w chwili obecnej podobny do średniej dla innych miast Polski, a na wsiach szczecińskich podobny do średniej dla całego kraju (rys. 4). Szczecin i woj. szczecińskie stały się więc pod tym względem podobne do reszty kraju. W I fazie analizowanych tu zmian (rys. 4) umieralność w Szczecinie była większa niż charakterystyczna dla Polski, w II fazie — mniejsza, a w III fazie — równa tej jaka jest charakterystyczna dla Polski. Do powyższego doszło na przełomie fazy I i II na skutek zmniejszenia umieralności w Szczecinie, a na przełomie fazy II i III na skutek zahamowania zmian umieralności w Szczecinie. Nastąpiła tu więc wyraźna stabilizacja populacji miasta Szczecina i zmniejszenie umieralności jako przejawu heterozji.

4. HETEROZJA A HOMOZJA

Opisane zjawisko heterozji rozumieć należy jako zwiększoną wrażliwość cech rozwijających się głównie w okresie postnatalnym na czynniki środowiskowe, a być może i aktywność ruchową.

Przypuszczalnie objawem heterozji jest także zmniejszona w okresie postnatalnym wrażliwość na środowiskową stymulację rozwoju tych cech, które rozwijają się głównie w okresie płodowym (prenatalnym).

Znany jest objaw, że homozygotyczność w liniach wsobnych wywołuje zmniejszenie się wielkości cech, nawet o ile rozwój ma miejsce w dobrych warunkach bytowych. To zjawisko zwane regresją wsobną (inbreeding depression) nie należy mylić z negatywną heterozją, chociaż w obu przypadkach przeciwstawnych pod względem przyczyny, podobny jest efekt (depresja wielkości niektórych cech). Objaw podobny do depresji może występować również w przypadku oddziaływania niekorzystnych warunków środowiskowych na organizmy heterozygotyczne i to na cechy, które w warunkach dobrego żywienia wykazują heterozję pozytywną. Te różne efekty pokazuje tabela 3.

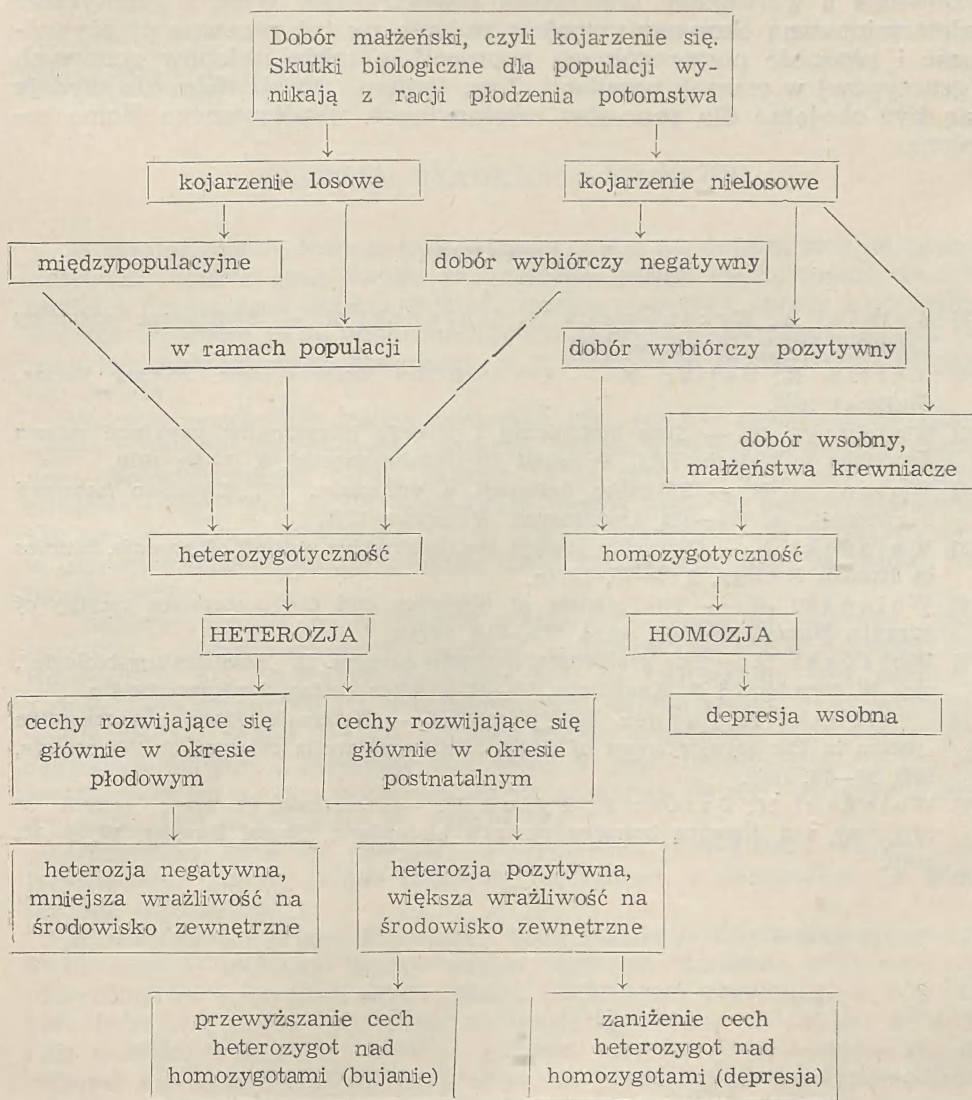
Należy podkreślić, że dotychczas nie doceniano znaczenia depresji jako przejawu heterozji. Następowало to przypuszczalnie w wyniku tego, że heterozją interesowali się przede wszystkim hodowcy, którzy obok krzyżowania — uzyskane formy mieszane dobrze żywili — taki był bowiem cel hodowli, aby uzyskać duże ilości mięsa, tłuszczu lub inne pożądane efekty. Nic więc dziwnego, że dotychczas nie doceniano lub nawet nie znano faktu, że heterozja przejawia się zmianą ekosensytywności organizmu.

5. HETEROZYGOTYCZNOŚĆ, HETEROZJA A EWOLUCJA

Wobec istnienia wykazanych tu zjawisk selekcyjnych zależnie od stopnia heterozygotyczności w skali między populacjami, a także od stopnia heterozygotyczności osobników w ramach populacji — należy przypuszczać, że zjawisko selekcji odgrywa nadal istotną rolę w kształtowaniu kierunku rozwoju *Homo sapiens*. Tym samym należałoby sprawdzić, czy teza o zakończeniu ewolucji *Homo sapiens* recens jest słuszna. Wydaje się, że przynajmniej w pewnych populacjach mikroewolucja trwa nadal, że przeobrażają się populacje, a tym samym w pewnym (być może okre-

Tabela 3

Skutki krzyżowego i wsobnego kojarzenia się małżeństw



sowo zmiennym) kierunku zmienia się być może nasz gatunek. Jest rzeczą oczywistą, że zmiany te są na tyle powolne, że nie jesteśmy w stanie ich zaobserwować w ciągu ostatnich kilku pokoleń, od kiedy zjawiska ewolucji poddane są naukowym badaniom.

Istotnym elementem procesu ewolucji wydaje się także być zjawisko zwiększania się heterozygotyczności w większości populacji, na skutek nasilających się migracji. Ponieważ jak to wykazaliśmy wyżej, wraz ze wzrostem heterozygotyczności zwiększa się ekosensytywność — trudno jest także dopuścić, aby przemiany, jakim ulega człowiek, zmniejszyły się. Wprawdzie ta kategoria zjawisk dotyczy wpływu czynników środowiska

zewnętrznego na fenotyp osobnika, jednak nie jest wykluczone, że także na tej drodze wpływa na reakcje, jakie zachodzą między organizmem człowieka a warunkami środowiska zewnętrznego. Wraz z genetycznie zdeterminowaną ekosensytywnością zmienia się też zapewne przeżywalność i płodność poszczególnych populacji, a także układów genowych (genotypów) w ramach populacji. Tym samym i to zjawisko nie wydaje się być obojętne dla procesów ewolucyjnych współczesnego *Homo sapiens*.

LITERATURA

- [1] Kołataj A., Krzanowska H., Wolański N. — *Biologiczne podstawy heterozji*. PWN, Warszawa 1973.
- [2] Martin R., Saller K. — *Lehrbuch der Anthropologie*. Fischer Verlag, Stuttgart 1957.
- [3] Wolański N. — *Stan biologiczny i procesy integracyjne populacji miasta Szczecina w 25-leciu PRL*. Przegląd Zachodniopomorski, 4, 5—39, 1970.
- [4] Wolański N. — *Zjawisko heterozji u człowieka*. W „Zjawisko heterozji u zwierząt”, s. 179—312, Ossolineum, Warszawa 1972.
- [5] Wolański N. — *Offspring growth and assortative mating of parents*. Studies in Human Ecology, 2, 7—75, 1974a.
- [6] Wolański N. — *The stature of offspring and the assortative mating of parents*. Human Biology, 46(4), 613—619, 1974a.
- [7] Wolański N. — *The problem of heterosis in man*. In „Bevölkerungsbiologie”, red. W. Bernhard i A. Kandler, s. 16—30, Fischer Verlag, Stuttgart 1974 c.
- [8] Wolański N., Jarosz E., Pyżuk M. — *Heterosis effect as a causative factor in the secular trend of some continuous traits in man*. Anthropologie, 6(2), 15—17, 1968.
- [9] Wolański N., Jarosz E., Pyżuk M. — *Heterosis in man: growth in offspring and distance between parent's birthplaces*. Social Biology, 17, 1—16, 1970.

PROBLEM RZADKICH GATUNKÓW

W doniesieniach dotyczących występowania na danym terenie przedstawicieli różnych grup świata zwierzęcego, bardzo często mamy do czynienia z używaniem przymiotników: rzadki, nieczęsty, częsty i pospolity. Najczęściej słowa te są udokumentowane literaturą dotyczącą danego terenu lub niekiedy ziem sąsiednich, a w niektórych przypadkach Europy lub świata.

Wartość poznawcza takich doniesień jest prawie zawsze duża, oczywiście z wyjątkiem błędnych oznaczeń. Mimo iż teoretycznie pod względem systematycznym fauna Europy, a w tym i Polski jest poznana właściwie dosyć dobrze [9], aczkolwiek można mieć do takiego postawienia sprawy sporo zastrzeżeń [3, 6], każde doniesienie o występowaniu w danym miejscu i czasie gatunku uznanego powszechnie za rzadki jest bardzo cenne.

Niekiedy jednak może budzić wątpliwość słuszność użytego przymiotnika — rzadki na danym terenie, w Polsce czy też w Europie. Już Bowkiewicz [1] zauważył, że określenie to najczęściej jest związane z dużą jednostronnością i subiektywnością oceniającego. Fakt występowania czy też braku danego gatunku należy traktować jako wielopłaszczyznowe zjawisko, związane nie tylko z jego liczebnością na danym terenie, ale też ze specyficznymi właściwościami danego gatunku i jego wymaganiami w stosunku do środowiska.

Omawiając problem rzadkości ewentualnie pospolitości różnych gatunków oprę się na grupie najlepiej mi znanej, a mianowicie na wioślarkach (*Cladocera*).

W obrębie tej grupy w pracach typu faunistyczno-ekologicznego lub o charakterze doniesień mamy bardzo często do czynienia, przy omawianiu gatunków z użyciem słowa rzadki. Dodatkowo używanego w różnych kontekstach, a co za tym idzie posiadającego różne znaczenia. Słowem tym charakteryzuje się zarówno gatunki szeroko rozpowszechnione na świecie, ale o niewielkiej liczebności na poszczególnych stanowiskach, jak i też gatunki występujące w bardzo określonych zbiornikach wodnych o małej tam liczebności, rzadko łowione w obrębie danej krainy zoogeograficznej czy świata.

Te pozorne paradoksy w wyraźny sposób gmatwają sprawę wyjaśnienia biologii wielu gatunków. Ponieważ brak jest pracy typu kluczowego w języku polskim opartej przede wszystkim na naszych krajowych wioślarkach, przy rozważaniach tego typu trzeba korzystać z wydawnictw obcojęzycznych, najczęściej faunę Polski traktujących marginesowo. Różnice, które przy porównywaniu prac krajowych i zagranicznych się uwidaczniają, w niektórych przypadkach mogą prowadzić do niepotrzebnych nieporozumień. Przykładem może służyć praca Lityńskiego [4], który na badanym przez siebie pojezierzu za rzadki uznaje gatunek

Daphnia pulex (De Geer). Skądinąd przez innych uznany za jeden z pospolitszych [5]. Prawie wszystkie gatunki z rodziny *Macrothricidae* Baird również uważane są za „rzadkie”. To z kolei jest związane ze specyficznym trybem życia tych wioślarek [7] wymagającym stosowania specjalnych metod połowów, całkowicie innych od tradycyjnych. W mniejszym lub większym stopniu odnosi się to także do gatunków z rodzaju *Leydigia* Kurz, niektórych przedstawicieli rodzaju *Alona* (O. F. Müller) np. *A. quadrangularis* (O. F. Müller), gatunku *Monospilus dispar* Sars i *Pleuroxus uncinatus* Baird.

Przy określaniu stopnia pospolitości lub rzadkości powinno się brać pod uwagę wiele różnych czynników. Jedyń z nich, bardzo istotny, jest zasięg geograficzny danego gatunku. Oczywiście na granicy swego występowania jego przedstawiciele będą łowieni znacznie rzadziej i tylko sporadycznie w większych ilościach. Czynnikiem rozprzestrzenienia jest bezpośrednio związany z czasem badań i ich intensywnością. Dopiero śledząc zachodzące w faunie *Cladocera* zmiany przez dłuższy okres czasu, co najmniej przez pełny cykl rozwojowy, można wyrobić sobie zdanie na temat stopnia pospolitości wielu gatunków i ich liczebności w różnych okresach czasowych porównując chociażby tylko okresy największego i najmniejszego ich rozwoju. Nie bez znaczenia na dokładność odczytu, a następnie wniosków jest także częstotliwość samych połowów i ich rodzaj (jakościowe czy ilościowe). Duża liczba połowów w cyklu, pozwala z mniejszym błędem wyznaczać okresy maksymalnego i minimalnego pojawu. Te warunki, konieczne dla zorientowania się w stopniu pospolitości lub rzadkości danych gatunków na określonym terenie odnoszą się do wszelkiego typu zbiorników wodnych, tak przecież różnych pod względem stopnia wielkości i czynników fizyko-chemicznych.

Kolejnym, nie bez znaczenia, dla określenia stopnia pospolitości (rzadkości) wśród *Cladocera* czynnikiem jest rodzaj badanych zbiorników. W obrębie tej grupy obserwujemy wyraźną predylekcję do badania jezior i zbiorników zaporowych w porównaniu do traktowanych po macoszemu rzek i starorzeczy oraz stawów i drobnych zbiorników zarówno stałych jak i okresowych. Co ciekawsze, ogólnie znany jest fakt, że gatunki rzadkie są wykazywane właśnie z tej drugiej grupy, mniej znanej. Wiąże się to z topicznością wielu gatunków oraz z ich filnością, np. *Alona rustica* Scott występuje w wodach kwaśnych o małej zawartości soli wapnia [8]. Wpływ warunków zewnętrznych w wyraźny sposób zmieniających panujące poprzednio, również wpływa na ograniczenie liczebności lub nawet na eliminowanie niektórych gatunków np. wszystkie formy fobne — *Holopedium gibberum* Zaddach (forma kalcifobna).

Proponowane, swego czasu, przez Bowkiewicza [1] cztery stopnie pospolitości w występowaniu gatunków wydają się być zbyt nieprecyzyjne i powinny ulec zmianie:

- 1) gatunek pospolity: stanowiska częste, na stanowiskach — liczny
- 2) gatunek nierzadki: stanowiska częste, na stanowiskach — nieliczny
- 3) gatunek nieczęsty: stanowiska rzadkie, na stanowiskach — liczny
- 4) gatunek rzadki: stanowiska rzadkie, na stanowiskach — nieliczny.

W podziale tym Bowkiewicz [1] nie uwzględnił typu zbiornika, co, jak starano się wykazać powyżej, ma duże znaczenie przy określaniu stopnia pospolitości. Bezpośrednio z tym wiąże się jeszcze sprawa liczebności na poszczególnych stanowiskach. Przykładem może być *Daphnia longispina* O. R. Müller występująca, na ogół, nielicznie w jeziorach, za to bardzo licznie w stawach. W niektórych przypadkach jest ich podstawowym

składnikiem. Dlatego też w nowym podziale wprowadzono słowa: liczebność różna, które, mimo iż nie są dostatecznie precyzyjne, lepiej oddają frekwencje niektórych gatunków w różnych zbiornikach. Wydaje się również, że słowo pospolity dla pierwszej grupy należy zastąpić słowem częsty. W lepszym stopniu oddaje ono meritum sprawy.

W związku z powyższym autor artykułu proponuje następujący podział stopni częstości:

I. Gatunek częsty: występowanie — różne typy zbiorników wodnych, często łowiony, liczebność na poszczególnych stanowiskach duża lub bardzo duża.

II. Gatunek nieczęsty: a) występowanie — określone typy zbiorników wodnych, często łowiony, liczebność na poszczególnych stanowiskach w okresach maksimum — różna (nigdy mała), b) występowanie — różne typy zbiorników wodnych, rzadko łowiony, liczebność na poszczególnych stanowiskach — różna (nigdy mała).

III. Gatunek rzadki: a) występowanie — określone typy zbiorników wodnych, rzadko łowiony, liczebność na poszczególnych stanowiskach w okresach maksimum — różna (średnia lub mała), b) występowanie — różne typy zbiorników wodnych, rzadko łowiony, liczebność na poszczególnych stanowiskach w okresach maksimum — mała.

IV. Gatunek bardzo rzadki: określone typy zbiorników wodnych, bardzo rzadko łowiony, liczebność na poszczególnych stanowiskach bez względu na fazę cyklu zawsze mała.

Używając niniejszego podziału można znacznie precyzyjniej określić stopień pospolitości danego gatunku, pod warunkiem oparcia się na wynikach z całego cyklu badań. Przykładami dopasowania gatunków do poszczególnych grup i podgrup mogą być:

I. Gatunek częsty: *Chydorus spaericus* (O. F. Müller).

II. Gatunek nieczęsty: a) *Ceriodaphnia laticaudata* P. E. Müller, *Alona affinis* Leydig; b) *Scapholeberis mucronata* (O. F. Müller), *Daphnia longispina* O. F. Müller.

III. Gatunek rzadki: a) *Scapholeberis aurita* (Fischer), *Leydigia acathocercoides* (Fischer), *Ceriodaphnia setosa* Matile; b) *Scapholeberis microcephala* Lilljeborg, *Monospilus dispar* Sars.

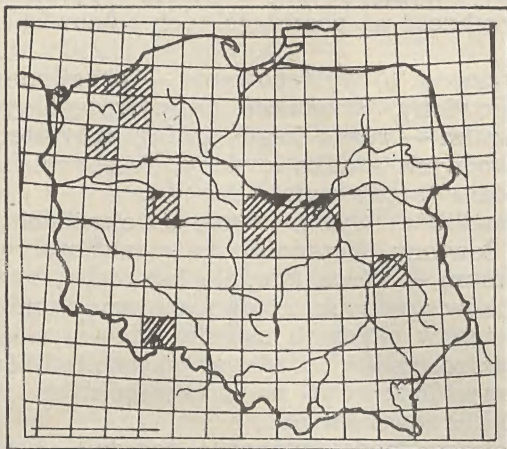
IV. Gatunek bardzo rzadki: *Alona rustica* Scott.

Proponowany podział jest dokładniejszy od poprzedniego [1]. Uwzględnia zarówno typy zbiornika, częstość łowienia, jak i też przez wprowadzenie podgrup w obrębie gatunków nieczęstych i rzadkich umożliwia precyzyjniejsze umiejscowienie badanego gatunku. W oparciu o ten podział okazuje się, że w Polsce w obrębie Cladocera występują gatunki zaliczane tylko do pierwszych trzech grup.

Jak już podkreślano powyżej, precyzyjne zaliczenie danego gatunku do określonej grupy lub podgrupy możliwe jest tylko w oparciu o badania dotyczące pełnego cyklu. Przy badaniach wyrywkowych: jednorazowych lub w ciągu niepełnego cyklu oznaczenie stopnia pospolitości i zaliczenie gatunku do konkretnej grupy jest właściwie możliwe tylko w oparciu o literaturę.

Podsumowując, wydaje się jednak, że bardzo często przy określaniu względnie niskiego stopnia pospolitości jakiegokolwiek gatunku mamy do czynienia z rzadkością pozorną. Powodem tego jest brak pełnego cyklu badań lub nieuwzględnianie maksimum pojawów. Innymi czynnikami, niezależnymi od wyżej opisanych, a mających duży wpływ na stan poznania oraz określających w pewien sposób stopień pospolitości różnych

gatunków są kadry fachowe. Mimo iż *Cladocera* nie są zbyt trudną grupą, ilość specjalistów zajmujących się nimi jest stosunkowo niewielka. Porównując doniesienia o występowaniu w naszym kraju gatunków wioślarek uznanych za rzadkie np. *Kurzia latissima* Dybowski et Grochowski, *Alonopsis ambigua* Sars czy *Leydigia acanthocercoides* (Fischer) uderza fakt, że stanowiska ich są silnie zrejonizowane i jak gdyby przypisane do terenów badanych przez określone osoby (rys. 1 — w oparciu



Rys. 1. Rozmieszczenie *Leydigia acanthocercoides* (Fischer) w Polsce

o projekt sieci geometrycznej do badań biogeograficznych Polski [2]). Duże obszary naszego kraju nie doczekały się do tej pory chociażby tylko fragmentarycznych badań. Oczywiście stan taki jest niezadawalający i powinien ulec zmianie. Nie jest wykluczone, że i wtedy zmieni się nasz stosunek do pospolitości wielu gatunków z *Cladocera*.

LITERATURA

- [1] Bowkiewicz J. — O rzadkich skorupiakach fauny polskiej. Prac. Tow. Przyj. Nauk w Wilnie. Wyd. nauk mat. i przyr. T. II, No 7, Wilno, 1—14, 1925.
- [2] Jaczewski T., Kostrowicki A. S. — W sprawie racjonalizacji badań faunistycznych, zoogeograficznych i biocenotycznych w Polsce. Przegl. Geograf. t. XLIV, z. 2, 267—272.
- [3] Kamiński K. Z. — Systematyka, taksonomia i faunistyka we współczesnej zoologii. Kosmos, ser. A. Biologia. z. 2 (133), 163—166, Warszawa, 1975.
- [4] Lityński A. — Wioślarki Litewskie. Nak. Akad. Umiejętności, 1—40, Kraków, 1915.
- [5] Manuiłowa E. F. — Wietwistoustyje rački fauny SSSR. Akad. Nauk SSSR, Izd. „Nauka”, Moskwa—Leningrad, 1—327, 1964.
- [6] Mayr E. — Podstawy systematyki zwierząt, PWN, 452, Warszawa, 1974.
- [7] Mordukhaj-Bołtowskoj F. D., Čirkova Z. N. — Obszczij obzor strojenia i ekologii widov Ilyocryptus (Cladocera, Macrothricidae). Biol. Vnutr. Vod. No. 18, 33—37, Leningrad, 1973.
- [8] Smirnov N. N. — Chydoridae of the words fauna. Izd. „Nauka”, 1—530, Leningrad, 1972.
- [9] Szelegiewicz H. — Stan i perspektywy rozwoju systematyki zwierząt z ewolucjonizmem, Przegl. Zool., XVII, 3, 287—291, Wrocław, 1973.

R. J. Harrison (redaktor), *Functional anatomy of marine mammals*. Vol. 2, s. X + 366, London, New York, San Francisco 1974, Academic Press. Funtów ang. 9.50.

W roku 1973 recenzowałem na łamach Kosmosu pierwszy tom tego interesującego wydawnictwa. Po dwuletniej przerwie ukazał się tom następny. Pierwszy tom nie wyjaśniał, czy zamiarem redakcji jest przygotowanie monografii obejmującej całość wiedzy o ssakach morskich, czy też raczej publikowanie napływających materiałów na wzór czasopism naukowych. Przedmowa do tomu drugiego wyjaśnia te wątpliwości. Wiedza o ssakach morskich jest w dużej części oparta na obserwacjach przypadkowo zebranych, zawiera więc sporo uogólnień i wniosków wspierających się na bardzo skąpej podstawie faktycznej. Redaktor byłby więc najbardziej zadowolony, gdyby miał do dyspozycji maszynopisy wypełniające luki w wiedzy. Niestety systematyczne badania ssaków morskich są nadal rzadkie, ze względu na małą dostępność materiału, stąd kolejny tom zawiera prace zarówno mające charakter doniesień, jak i przeglądów wiedzy. Redaktor obawia się, że trudność badania ssaków morskich w przyszłości jeszcze wzrośnie, gdyż wiele gatunków jest zagrożonych wymarciem i niektórych zapewne nie da się przed nim uratować. Wobec tego publikowanie także fragmentarycznych wiadomości jest celowe.

Obecny tom zawiera jedenaście prac, z tego trzy są poświęcone skórze i jej wytworom, dwa omawiają układ naczyniowy, dwa układ oddechowy, wreszcie pojedyncze artykuły podają dane z anatomii topograficznej, informują o budowie jelita foki, migdałka odbytowego walenia, wreszcie analizują cykl rozrodczy foki. W dwu artykułach znajdują się zarówno wiadomości o płetwonogich, jak i o walenich, większość doniesień jednak ogranicza się albo do płetwonogich (5 prac), albo do walenia (4 prace). O syrenach i o wydrze morskiej są wzmianki w artykułach ogólnych.

Za przeglądy wiedzy można uznać artykuły o pokryciu ciała i o chorobach skóry, a także o przewodzie pokarmowym foki Weddela, gdyż zawiera on streszczenie wiadomości odnoszących się do wszystkich płetwonogich. Tom zawiera jednak również wiadomości tak specjalne jak opis topografii trzewi u foki grenlandzkiej. Najbardziej interesujące wydały mi się wiadomości o układach krwionośnych i oddechowych. Autorzy zwracają np. uwagę, że ssaki morskie mają wyjątkowo dobre warunki do precyzyjnej regulacji temperatury ciała. Otoczone są wodą, która jest dobrym przewodnikiem ciepła i ma dużą pojemność cieplną. Wahanie temperatury wody morskiej są ograniczone. Utracie ciepła zapobiega opływowy kształt ciała i związana z tym niewielka powierzchnia zewnętrzna, obfita warstwa tłuszczu podskórnego, wreszcie bogato rozwinięte układy przeciwpądowe, dzięki którym krew wracająca do serca może się ogrzać odbierając kalorie od krwi płynącej ku peryferii. Równocześnie zapewnione jest sprawne chłodzenie, gdyż istnieją obszerne sieci żył podskórnych łączące się z tętnicami przez liczne anastomozy. Przegrzanie ciała powoduje otwarcie anastomoz, wówczas sieci przeciwpądowe zostają wyłączone, a ciepła krew tętnicza dostając się do żył powierzchniowych szybko się ochładza. Foki bywają czasem narażone na przegrzanie na lądzie, niektóre gatunki mają też obfite gruczoły potowe.

W układzie oddechowym od dawna zwraca uwagę brak występowania choroby kesonowej, pomimo tego, że u zwierząt głęboko nurkujących (foka Weddela do 600 m) gazy znajdują się pod ogromnym ciśnieniem. Przypuszczano do niedawna,

że w czasie nurkowania gaz gromadzi się w całości w drogach oddechowych, skąd przenikanie do krwi nie zachodzi. Przeciwnie temu przemawiają rozmaite obserwacje, jak np. budowa tchawicy wskazująca na zapadanie się przewodu przy wzroście ciśnienia zewnętrznego. Boshier i Hill, którzy komentują budowę układu oddechowego foki Weddella przypuszczają, że co najmniej część powietrza pozostaje w peryferycznych partiach płuc podczas zanurzenia. Jednak płuco zostaje wówczas zgniecione, naczynia włosowate muszą tracić drożność, a więc nie ma niebezpieczeństwa przedostawania się gazów do krwi pod wysokim ciśnieniem.

Książka zawiera wiele innych interesujących i zadziwiających wiadomości. Artykuły są zaopatrzone w obfite spisy literatury, niestety nie podające dokładnych tytułów prac. Zwraca uwagę wykorzystanie także licznych publikacji radzieckich.

Henryk Szarski

M. Górny — Zoologia gleb leśnych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1975, s. 311, rys. 59, tab. 29.

W polskim piśmiennictwie brak było dotychczas podręcznika, który ujmowałby całość problematyki dotyczącej ekologii zwierząt glebowych. Dlatego z dużym zadowoleniem należy przyjąć ukazanie się omawianej książki, w której autor, jak sam pisze w przedmowie, podjął próbę przedstawienia zagadnień zoologii gleby, przede wszystkim ekologii i biologii zwierząt gleb leśnych. Książka obejmuje jednak znacznie szerszą problematykę, niż to sugeruje tytuł. Autor przedstawia także ogólne zagadnienia dotyczące biologii gleb, inaczej zwanej pedobiologią, charakteryzuje dokładnie środowisko życia zwierząt glebowych, szkicuje najważniejsze aktualne i perspektywiczne kierunki badań gleb leśnych oraz podaje wiele szczegółów metodycznych. W książce zawarte są także informacje o działalności i perspektywnym planie pracy Zespołu Fauny Gleb Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego. Tak bogata problematyka omówiona jest w 9 rozdziałach: 1. Wprowadzenie do zagadnień zoologii gleby; 2. Ściółka i gleba jako środowisko życia zwierząt; 3. Taksonomiczno-ekologiczna charakterystyka zooodafonu; 4. Ekologiczna klasyfikacja zwierząt glebowych; 5. Zgrupowania zwierząt glebowych; 6. Rola zwierząt glebowych w procesach glebotwórczych; 7. Problemy zoologicznej klasyfikacji gleb; 8. Działalność człowieka a fauna gleb; 9. Metody badań zwierząt glebowych.

Trzy pierwsze rozdziały omawianej książki mają charakter wstępny. W rozdziale 1. autor wprowadza czytelnika w ogólną problematykę pedobiologii, przedstawia znaczenie i działalność zwierząt glebowych w środowisku oraz informuje o kierunkach badań. Autor daje także krótki historyczny przegląd najważniejszych osiągnięć zoologii gleb. Intensywny rozwój tej nauki rozpoczął się dopiero po II Wojnie Światowej. Jednak początki badań zwierząt glebowych sięgają pierwszej połowy XIX w., kiedy zostały opublikowane wyniki badań K. Darwina nad rolą dżdżownic w tworzeniu próchnicy oraz G. Ch. Ehrenberga, który pierwszy wyizolował z gleby pierwotniaki i inne mikroorganizmy. Rozdział 2. przedstawia ogólną charakterystykę środowiska życia zooodafonu. W końcowej części tego rozdziału autor podkreśla, że dokładna ocena środowiska dla zwierząt glebowych jest dosyć trudna, ponieważ środowisko to należy określić w skali odpowiadającej warunkom życia określonych organizmów glebowych. W rozdziale 3 autor daje systematyczny przegląd grup zwierzęcych zamieszkujących gleby leśne, ze szczególnym zwróceniem uwagi na ich ekologię i biologię. Ogółem autor omówił następujące grupy zwierzęce: *Protozoa*, *Turbellaria*, *Nematoda*, *Rotatoria*, *Annelida* (*Lumbricidae* i *Enchytraeidae*), *Gastropoda*, *Arthropoda* (*Crustacea*, *Myriapoda*, *Arachnida*, *Insecta*) i *Vertebrata*. W wielu miejscach tego rozdziału autor podaje także dane dotyczące mor-

fologii, będącej między innymi wynikiem przystosowania do życia w tak specyficznym środowisku, jakim jest gleba oraz szczegóły związane z biologią rozrodu, odżywianiem, dynamiką liczebności i rozmieszczeniem zwierząt w poziomach genetycznych gleb. Szczególnie dużo miejsca w tym rozdziale poświęcono omówieniu pierścienic (*Annelida*), co poza rolą, jaką te zwierzęta pełnią w glebie, jest także wynikiem aktualnych zainteresowań autora. W wielu wypadkach autor oparł się na wynikach własnych badań.

Problemy klasyfikacji zwierząt glebowych są tematem rozdziału 4. Autor przedstawia w tym rozdziale różne systemy klasyfikacji zooodafonu w oparciu o takie kryteria jak wielkość zwierząt, związek z glebą, sposób wykorzystywania mikrośrodowisk gleby, rola, jaką spełniają zwierzęta w życiu gleby, zdolność wykorzystywania przetworów gleby oraz zdolność ruchowa w środowisku glebowym.

W rozdziale 5 omówiono wpływ środowiska na faunę glebową oraz współzależności między organizmami. Badania fauny gleb leśnych są trudne i bardzo pracochłonne ze względu na dużą złożoność ekosystemu leśnego. Dotychczasowe badania wykazały, że zgrupowania leśnych zwierząt glebowych związane są nie tylko z danym typem zbiorowiska roślinnego, lecz także z poszczególnymi synuzjami roślinnymi w obrębie danego zbiorowiska. Autor uważa, że w przyszłości dla określenia jednostek biocenotycznych posłużą, obok jednostek fitosocjologicznych, także jednostki zoocenologiczne. Badania te winny być jednak zdaniem autora poprzedzone wyznaczeniem gatunków wskaźnikowych dla określonych typów środowisk oraz wyróżnieniem i sklasyfikowaniem jednostek zoocenologicznych. Przystępując do omawiania współzależności wewnątrzpopulacyjnych i międzypopulacyjnych, stanowiących czynniki wewnętrzne wpływające na rozwój fauny glebowej, autor zwrócił między innymi uwagę na bardzo istotny aspekt w biologii rozmnażania niektórych zwierząt glebowych. Mianowicie u wielu drobnych stawonogów o bardzo różnej przynależności systematycznej zapłodnienie odbywa się w sposób zbliżony jak u zwierząt wodnych, co jest rezultatem życia tych zwierząt w przestworach glebowych, gdzie atmosfera jest mocno nasycona parą wodną. W końcowej części tego rozdziału przedstawiono także współzależności między zwierzętami glebowymi a mikroorganizmami, opierając się o układy tych współzależności wyróżnione przez W. Kühnelta.

Rozdział 6 to syntetyczne omówienie roli zwierząt glebowych w procesach glebotwórczych. Autor przedstawił wyniki dotychczasowych badań nad produktywnością biologiczną fauny gleby, ze szczególnym uwzględnieniem oceny udziału zwierząt w przepływie energii przez system ściółkowo-glebowy różnych środowisk leśnych oraz roli fauny w krążeniu materii. Autor podkreśla, że badania nad produktywnością biologiczną natrafiają jednak na duże trudności metodyczne, które w wielu wypadkach przy obecnym stanie wiedzy nie mogą być rozwiązane. Omówiono także problem wpływu aktywności zwierząt na gleby leśne oraz powiązania fauny glebowej z typem próchnicy. Dotychczasowe badania wykazały, że próchnica typu mull charakteryzuje się znacznym zagęszczeniem dżdżownic, ślimaków, nicieni, równonogów, krocionogów i larw owadów oraz liczną florą bakteryjną. W próchnicy mor dominują natomiast głównie roztocze, skoczogonki, wazonkowce oraz grzyby. Typy przejściowe próchnicy charakteryzują się bardzo różnym zasiedleniem przez zwierzęta. Autor uważa jednak, że klasyfikacji tej nie należy traktować zbyt kategorycznie, ponieważ o wykształceniu określonego typu próchnicy decyduje cały kompleks czynników i dlatego nie można wyłącznie na podstawie zooodafonu klasyfikować typu próchnicy.

Rozdział 7 to przedstawienie problemów związanych z klasyfikacją gleb w oparciu o dane zoocenologiczne. Ocena typu gleby ma bardzo istotne znaczenie praktyczne. Jednak, jak pisze autor, ocena ta w oparciu o dane zoocenologiczne ma w chwili obecnej głównie znaczenie poznawcze lub co najwyżej uzupełniające dla

praktyki gleboznawczej. Wskaźniki zoocenologiczne mają pewne znaczenie tylko dla określenia podstawowych typów próchnicy oraz dla oceny zmian zachodzących w środowisku. Taki stan rzeczy jest między innymi wynikiem występowania podczas badań dużych trudności metodycznych oraz małej znajomości biologii i ekologii większości gatunków zwierząt.

Wpływ czynników antropogenicznych, które są obecnie niemal stałym elementem środowiska, na faunę gleb leśnych jest tematem rozdziału 8. Autor omówił wpływ czynników paranaturalnych, zwłaszcza pożarów oraz emisji gazów i pyłów przemysłowych, następnie wpływ zabiegów gospodarczych stosowanych w leśnictwie, wpływ melioracji oraz przedstawił zagadnienie szkodliwości zwierząt glebowych i rekultywacji siedlisk. Ponieważ o procesach zachodzących w glebie w dużym stopniu decyduje właśnie fauna, dlatego zdaniem autora istnieje potencjalna możliwość wykorzystania zooedafonu dla intensyfikacji procesów glebotwórczych, a tym samym odpowiedniego pokierowania tymi procesami. Kształtowanie i wzbogacanie zooedafonu powinno polegać na zasilaniu lub uaktywnianiu istniejących populacji zwierząt oraz na introdukowaniu gatunków nowych.

Końcowym rozdziałem tej książki jest omówienie metod badań zwierząt glebowych: terenowego zbierania materiałów, laboratoryjnego wydobywania zwierząt z prób, konserwacji zbiorów, hodowli i oceny metabolizmu zwierząt glebowych. Na uwagę w tym rozdziale zasługują ilustracje, zwłaszcza fotografie różnych aparatów do ekstrakcji fauny glebowej konstrukcji autora.

Treść poszczególnych rozdziałów uzupełniają liczne tabele oraz staranne rysunki. Cenne uzupełnienie książki stanowi także załączony słowniczek ważniejszych terminów, ułatwiający zrozumienie przedstawianych problemów oraz skorowidz rzeczowy i indeks autorów. Bardzo bogato przedstawia się cytowane piśmiennictwo, które liczy 626 pozycji, w tym wiele prac polskich autorów.

Krzysztof Kasprzak

RADZIECKA KONCEPCJA BIOGENEZY WULKANICZNEJ *

Zgodnie z teorią A. I. Oparina (The Origin of Life on Earth, A. N. CCCP, Moscow 1957), pierwsze ślady życia na Ziemi wywiązały się w następstwie długiej ewolucji związków organicznych. Przypuszcza się, że biologicznie czynne substancje organiczne powstały z kolei na drodze powolnych przegrupowań wewnątrzcząsteczkowych prostych związków nieorganicznych. Założenia te są podstawą teorii abiogenezy biologicznie aktywnych związków w rejonach wulkanicznych. Jest to zupełnie zrozumiałe, gdyż wszelkie procesy przemian wewnątrzcząsteczkowych, jak i pomiędzy cząsteczkami prostych związków organicznych wymagają obecności wysokich temperatur, a takie występują właśnie w lawie wulkanicznej, zwłaszcza w głębi wulkanów podwodnych i innego rodzaju głębokich geologicznych tworach hydrotermicznych.

W celu potwierdzenia hipotezy biogenezy wulkanicznej uczeni radzieccy przeprowadzili badania składu chemicznego erupcji wulkanów Kamczatki i Wysp Kurylskich.

W niektórych źródłach ciepłych, zlokalizowanych na zboczach wulkanu Golownina, wykryto obecność tiocyjanów i siarkowodoru, natomiast w wodzie analogicznych źródeł, wykrytych na zboczach wulkanów Kamczatki — obecność tiocyjanów w postaci rozpuszczalnych żelazocyjanów (A. L. Pawłow i G. A. Karpow, 1972).

Zgodnie z wcześniejszymi przypuszczeniami, w badanych źródłach ciepłych nie wykryto obecności wolnego cyjanowodoru. Związek ten może istnieć w stanie wolnym w wysokiej temperaturze rejonów wulkanicznych jedynie w nieobecności innych związków, które mogłyby z nim reagować, np. w lawie wulkanu Alaid (Wyspy Kurylskie) zawartość cyjanowodoru wynosi $0,01 \text{ mg/litr}^{-1}$ w temperaturze 900°C . Przy silnych erupcjach wulkanicznych uwalniają się do atmosfery olbrzymie ilości gazów (rzędu 10^9 m^3), przy czym ilości cyjanowodoru mogą dochodzić do 10^7 g . Analiza gazów wulkanicznych pozwala na wysunięcie wniosku, że cyjanowodor stanowi prawdopodobny składnik aktywności wulkanu, to znaczy, nie pochodzi z pyrolicznego rozkładu związków organicznych zawierających azot.

Uzyskane dane eksperymentalne można więc uważać za potwierdzenie koncepcji biogenezy wulkanicznej; wulkany stanowią źródło pierwszych zaczątków życia na Ziemi. W obecności wolnego cyjanowodoru, jak i rozpuszczalnych związków cyjanowych i tiocyjanowych zachodziły w gorących źródłach pierwsze syntezy aminokwasów, a następnie kwasów nukleinowych. I istotnie, w niektórych termach powulkanicznych wykryto obecność niektórych aminokwasów.

Wiktor Janusz Pajor

* L. Mukhin, Evolution of organic compounds in volcanic regions. Nature Lond., t. 251, 5470, 50—51, 1974

ZAGROŻENIE ŻYCIA BIOLOGICZNEGO PRZEZ ZWIĄZKI OŁOWIU W STATYSTYCE*

Badania amerykańskiego geochemika Pattersona nad występowaniem ołowiu w glebie, wodzie i powietrzu posiadają nie tylko charakter ściśle statystyczny, lecz również pozwalają na wyciągnięcie daleko idących wniosków praktycznych. Autor m.in. stwierdził obecność tego metalu nawet na obszarach arktycznych, w złożach geologicznych pochodzących z ok. 800 r. p.n.e. A więc już w czasach antycznych stosowanie ołowiu osiągnęło znaczne rozmiary. Od roku 1750 zaznacza się stopniowy rozwój przemysłu, od 1923 r. — wzmożone zużycie benzyny z dodatkiem czeretylku ołowiu.

Szereg badaczy, biologów, chemików, lekarzy, klinicystów, uważa ołów za jedną z najniebezpieczniejszych trucizn dla życia biologicznego na Ziemi. Jego związki wnikają łatwo do organizmu drogą pokarmową, oddechową, a nawet przez powłoki skórne (np. u dzieci, pracowników przemysłu motoryzacyjnego, robotników hut, szoferów). Związki ołowiu wykazują szczególne powinowactwo do komórek nabłonka dróg oddechowych, porażają działalność wszystkich wewnątrzkomórkowych enzymów i tym samym hamują przebieg biosyntezy kwasów nukleinowych. Powodują ponadto zmiany degeneracyjne układu nerwowego i płciowego (możliwość wystąpienia zwyrodnień genetycznych). W szkielecie człowieka i zwierząt kręgowych ołów odkłada się w przeważającej ilości, wypierając zeń jony wapnia.

Badacze USA (Uczelnia Techniczna w Michigan) przeprowadzili porównanie statystyk analiz toksykologicznych włosów ludzi żyjących w latach 1871—1923 z analizami przeprowadzonymi w 1972 r.; włosy ludzi żyjących w ub. stuleciu zawierały większy procent ołowiu w porównaniu z okresem współczesnym. Na przykład, włosy dziecka z XIX w. — 150 mikrogramów Pb/g suchej masy, z bieżącego stulecia — ok. 15 mikrogramów Pb/g. Również w kościach ludzi z XVI — XIX wieku wykryto znacznie zwiększone ilości ołowiu.

To na pozór paradoksalne zjawisko daje się wytłumaczyć szczególnymi warunkami życiowymi panującymi w ubiegłych stuleciach — nadużywaniem ołowiu w życiu codziennym (budowa ołowianych cystern na wodę pitną, ołowiane rury wodociągowe, zabawki, farby i kosmetyki, stosowanie „cukru ołowiawego” — octanu ołowiu do win i potraw w celach konserwacji).

Wiktor Janusz Pajor

ZMIANY AWIFAUNY BRYTANII I IRLANDII OD 1800 ROKU*

Wielka Brytania i Irlandia ma od wielu dziesiątków lat stosunkowo najlepiej poznaną awifaunę. Można zatem było pokusić się o analizę zmian awifauny lęgowej od 1800 r. do dnia dzisiejszego. Ilość lęgowych gatunków ptaków od 1800 do 1949 r. była prawie stała i wahała się od 178 do 181 gatunków. Od roku 1950 ilość lęgowych gatunków wzrastała o 5 gatunków w dekadzie. Co najmniej 129 gatunków z całkowitej liczby 192 zmieniało od 1800 r. do dzisiaj swoją liczebność lub zasięg.

Gatunki ptaków podzielono na cztery kategorie: gatunki prześladowane przez człowieka; gatunki terenów podmokłych; gatunki południowe; gatunki północne.

* H. Binder, *Mehr Blei vor hundert Jahren*, Kosmos Stutt., t. 70, 4, 112, 1974.
— D. Stoefer, *Blei in den Haaren*, Kosmos Stutt., 70 (8), 232, 1974. — D. Stoefer, *Blei — Gefahr fuer Mensch und Tier*, Kosmos Stutt., 71 (6), 158 — 160, 1975.

* J. T. R. Sharrock — *The changing status of breeding birds in Britain and Ireland*, w *Systematics Association Special Volume* nr 6, red. D. L. Hawksworth, 1974, 203—220, Academic Press, London and New York.

Najpierw przeanalizowano kolejno te gatunki należące do powyższych czterech kategorii, których liczebność zmniejszyła się lub areał uległ skurczeniu. Okazało się, że w pierwszej połowie dziewiętnastego wieku 70% gatunków zmniejszyło swoją liczebność lub areał na skutek prześladowania przez człowieka, a w drugiej połowie omawianego wieku już tylko 50%. W dwóch pierwszych dekadach obecnego wieku procent takich gatunków wynosił już 30%, a w dekadach późniejszych tylko 10—20%. Był to na pewno skutek działalności Królewskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków, odpowiedniego prawodawstwa oraz wzrostu poziomu ekonomicznego i kulturalnego społeczeństwa. Druga kategoria to gatunki obszarów podmokłych. W pierwszej połowie dziewiętnastego wieku stanowiły one ponad 50% gatunków, których liczebność lub areał zmniejszał się, a w drugiej połowie wieku już tylko 20%, a w dwudziestym wieku ok. 10%. Osuszanie terenów podmokłych w Wielkiej Brytanii miało największe nasilenie w pierwszej połowie dziewiętnastego wieku i to było powodem zmniejszania się liczebności i areału ptaków wodnych i błotnych. Liczebność południowych gatunków zmniejszała się aż do 1960 r. od 40 do 20%, by w latach sześćdziesiątych wzrosnąć do 30%. Gatunki północne wykazują przeciwną zmiany procentów. Zmiany te są prawdopodobnie związane ze zmianami klimatycznymi.

Podobnie przeanalizowano gatunki, których liczebność lub areał w danym wieku czasu zwiększyły się. U wszystkich czterech kategorii ptaków, to jest prześladowanych, terenów podmokłych, gatunków południowych i północnych, procent gatunków ekspansywnych (w sensie terytorialnym lub ilościowym) stale wzrastał od początku dziewiętnastego wieku do chwili obecnej.

Można zatem patrzeć optymistycznie na przyszłość awifauny, należy jednak podkreślić, że w Wielkiej Brytanii, a ściślej mówiąc w Szkocji, jest wiele terenów jeszcze mało zamieszkałych a jednocześnie stosunek do ptaków raczej wyjątkowy. Tym niemniej powyżej przedstawiona praca świadczy, że postęp cywilizacji, urbanizacji nie musi prowadzić do zagłady świata ptasiego.

Jan Pinowski

OCZLIK — NOWY ŻYWICIEL PASOŻYTA LARW MOSKITÓW *COELOMOMYCES PSOROPHORAE* *

Grzyb wodny *Coelomomyces* (*Chytridiomycetes*, *Blastocladales*) jest obligatoryjnym pasożytem larw moskitów. Rozwija się on w jamie ciała żywiciela początkowo jako cienkościenna strzępkowa plecha, która później przekształca się w grubościennie zarodnie przetrwalne. W sprzyjających warunkach z każdej zarodni przetrwalnej uwalniają się liczne jednowiciowe zoospory.

Badanie patogeniczności tego grzyba w środowisku wykazało, że może on być wykorzystany do walki z moskitami. Nie były jednak w tym kierunku prowadzone badania laboratoryjne, a hodowla zarażonych larw moskitów okazała się zadaniem trudnym.

Badania Whislera, Zebolda i Shemanchuka, autorów omawianej pracy, skoncentrowały się na grzybie *Coelomomyces psorophorae* rozwijającym się w moskicie *Culiseta inorata*. Grzyb *C. psorophorae* został odkryty w 1956 r. w podmokłej okolicy południowej Alberty. Od chwili odkrycia był notowany rokrocznie i często powodował wysoką śmiertelność populacji moskitów. Autorzy usiłowali hodować zarażone populacje moskitów w warunkach laboratoryjnych, ale napotkali na te sa-

* H. C. Whisler, S. L. Zebold, J. A. Shemanchuk — Alternate host for mosquito parasite *Coelomomyces*. Nature t. 251 October 25, 1974.

me trudności, jakie podawali w swoich pracach wcześniejsi badacze. Ograniczoną infekcję uzyskiwano metodą Coucha, ale wadą tej metody jest to, że stosuje się w niej wodę z glonami i innymi naturalnymi składnikami pochodzącą z naturalnie zarażonego zbiornika. Autorzy pracy wykonali liczne eksperymenty mające na celu wyjaśnienie zjawiska zarażalności moskitów. W tym celu do czystej hodowli moskitów dodawano kolejno poszczególne składniki pobierane z naturalnie zarażonego zbiornika. Po dodaniu oczlika *Cyclops vernalis* do zbiornika z moskitami i grzybami uzyskano zarażone moskity. W zbiorniku kontrolnym, w którym nie było oczlików, nie pojawiły się zarażone larwy moskitów, pomimo dodawania zoospor i zarodni przetrwalnych. Uzyskane wyniki sugerowały, że w cyklu rozwojowym *Coelomomyces* występuje jeszcze jeden żywiciel, którym jest oczlik. W celu potwierdzenia tej hipotezy przemyte oczliki ze zbiornika wodnego o dużej ekstensywności i intensywności inwazji *Coelomomyces* kontaktowano z larwami moskitów w sztucznym zbiorniku wodnym. Po kilku dniach 40% larw moskitów było zarażone *Coelomomyces psorophorae*. Badanie oczlików wykazało obecność w nich nieznanego stadium rozwojowego pasożytniczego grzyba. Jama ciała oczlików była wypełniona licznymi zoosporami. Opuszczające żywiciela zoospory były w przeważającej ilości dwuwiciowe, ale poza tym podobne do zoospor powstałych w zarodniach przetrwalnych w jamie ciała larw moskitów. Larwy moskitów włożone do zawiesziny tych zoospor wytwarzają po upływie kilku dni małą strzępkową plechę, a następnie zarodnie przetrwalne. Kolejne występowanie po sobie dwóch żywicieli, a mianowicie larwy owada i oczlika nie było do tej pory opisywane u *Chytridiomycetes*, ani też u innych grzybów wodnych.

Występujące u oczlików stadium *C. psorophorae* przypomina *Callimastix cyclopis* Weissenberg, gatunku opisanego najpierw jako pasożytniczego pierwotniaka, a obecnie uznanego za grzyba z grupy *Blastocladales*. Zarówno budowa plazmodiów, jak i zoospor, jak również rozwój stadium *Coelomomyces* rozwijającego się w oczliku wskazują, że opisane stadium *C. psorophorae* może być uważane za dwuwiciowy gatunek *Callimastix*. Ponieważ rodzaj *Callimastix* był opisany wcześniej niż rodzaj *Coelomomyces*, ma on nomenklaturowy priorytet.

Rozwikłanie cyklu rozwojowego *Coelomomyces* daje szansę użycia go w biologicznej walce z moskitami. Na pytanie, czy inne gatunki i odmiany *Coelomomyces* i *Callimastix* mają drugiego żywiciela, będzie można odpowiedzieć wykonując dalsze badania. Jest rzeczą interesującą, że w badaniach *Callimastix* zarażone oczliki były otrzymywane z naturalnych zbiorników wodnych, albo też z mocno zagęszczonych hodowli i Vavra i Joyon dopuszczali możliwość istnienia nieznanego fazy w rozwoju badanego przez nich pasożyta oczlików.

Irena Wita

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

POSIEDZENIE KOMITETU WYKONAWCZEGO MIĘDZYNARODOWEJ UNII BIOLOGICZNEJ (IUBS) (Paryż, 24—26.IX.1975)

Polski Komitet IUBS (w którego skład poza przewodniczącym i sekretarzem wchodzi przewodniczący wszystkich Komitetów Naukowych) działający przy Wydziale Nauk Biologicznych PAN, przed kolejnym posiedzeniem Międzynarodowego Komitetu Wykonawczego przekazał do jego Sekretariatu obszerną informację o pracach naszych Komitetów naukowych. W dokumencie tym Komitet nasz wyraził pogląd, że jednym z głównych zadań Międzynarodowej Unii Biologicznej jest gromadzenie informacji o postępach całokształtu nauk biologicznych na świecie oraz przekazywanie tych informacji Komitetom narodowym. Informacje te przyczyniają się m.in. do stymulowania rozwoju określonych działów i kierunków biologii zarówno w poszczególnych krajach, jak też na arenie międzynarodowej. Stanowisko naszego Komitetu IUBS znalazło w pewnym stopniu potwierdzenie w toku kolejnego dorocznego zebrania Komitetu Wykonawczego Unii, które odbyło się w Paryżu we wrześniu 1975 r. W posiedzeniu tym wzięli udział prawie wszyscy członkowie Komitetu¹ oraz wyjątkowo w tym roku liczni obserwatorzy z Bułgarii, Węgier, Egiptu, RFN, Włoch, Monako, Holandii i Szwajcarii.

Porządek obrad obejmował m.in. sprawozdanie Sekretarza Generalnego, które wymaga nieco obszerniejszego omówienia.

Do Unii należy obecnie 41 krajów. Dalsze 9 krajów podjęły już inicjatywy zmierzające do wstąpienia do Unii. Opublikowano i rozkolportowano obszerne (s. 162) sprawozdanie z ostatniego Walnego Zgromadzenia Unii (Ustaoset, Norwegia, 1973)².

„Newsletter” IUBS rozchodzą się w znacznej ilości egzemplarzy (ostatni nr 7 — miał nakład 810 egzemplarzy). Przedstawiciele Komitetu Wykonawczego brali udział w spotkaniach z władzami UNESCO, WHO, FAO, UNEP, licznymi Komitetami naukowymi ICSU. W minionym roku toczyły się w gronach specjalistów dyskusje na temat reorganizacji poszczególnych sekcji Komitetu. Sprawozdanie obejmowało działalność komisji interdyscyplinarnych, multidyscyplinarnych oraz działów IUBS.

Spośród komisji interdyscyplinarnych, Komisja edukacji biologicznej brała udział w przygotowaniach Kongresu nauczania biologii (8—12.IX.1975, Uppsala), Komisja biometrii opiekuje się regionalnymi i narodowymi grupami Towarzystwa Biometrycznego oraz kwartalnikiem „Biometrica” (6000 egz. nakładu). Brak jest informacji na temat Komisji historii biologii. Działały następujące Komisje multidyscyplinarne: Kolekcje kultur — odbyło się zebranie ekspertów w sprawie Rhizobium (Londyn, 1974, pomoc UNEP), zebranie komitetu ekspertów do sprawy kolekcji drobnoustrojów i patentów (Genewa, 1975), konferencja CODATA (Armenia, 1975), specjalny kurs poświęcony kolekcjom kultur projektowany jest w Bombaju w 1976 r. W tej sekcji zabrakło sprawozdań z działalności komisji ekologii drobnoustrojów oraz biologii systematycznej i ewolucyjnej.

¹ Por. Kosmos, nr 3, 1975.

² Por. Kosmos nr 3, 1975.

Obszerna część sprawozdania dotyczyła 5 podstawowych działów (Divisions) Unii.

Dział botaniki zaangażowany był głównie we współpracę z organizatorami XII Międzynarodowego Kongresu Botanicznego w Leningradzie (30.VI—10.VII.1975), podczas którego zorganizowano wiele imprez towarzyszących.

Sekcja taksonomii roślin opracowuje (sprawa jest w stadium komputeryzacji) „Index nominum genericorum”, publikowane są zeszyty „Index to plant chromosome number”, w 1974 r. opublikowano 6 wydanie „Index Herbariorum”. Trzecie międzynarodowe „Symposium on Pollination” odbyło się w Pradze (1974), w 1975 r. odbędzie się we Francji „Bee-keeping Congress”. Propozycje stałej służby nomenklatury biologicznej przedłożone zostały na XII Międzynarodowym Kongresie Botanicznym i opublikowane zostały w czasopiśmie „Taxon” (1975). Działała Komisja Nomenklatury Roślin Uprawnych (przygotowano poprawki do Międzynarodowego Kodu Nomenklatury Roślin Uprawnych) oraz nawiązano współpracę z Międzynarodową Unią ochrony nowych odmian roślin (Genewa). Nie nadesłały sprawozdań m.in. komisje: botaniki ogólnej, paleobotaniki, patologii roślin, nauk ogrodniczych, algologii, ogrodów botanicznych, mykologii palynologii, suchorostów.

Prace działu biologii środowiskowej, której autor tego sprawozdania jest współprzewodniczącym, skupiały się — zgodnie z naszą intencją — w coraz większym stopniu na pomocy w szeroko zakrojonej działalności międzynarodowej organizacji ekologów — INTECOL.

Obecnie liczba członków INTECOL wynosi ok. 1000 osób. Przewiduje się osiągnięcie liczby trzykrotnie większej przed Kongresem INTECOL w 1978 r. Dwumiesięczny biuletyn INTECOL dostarczany jest członkom. Nawiązano kontakt z UNEP; MaB-UNESCO i uzyskano pomoc w rozprowadzaniu wydawnictw w krajach rozwijających się. INTECOL patronuje następującym wydawnictwom — Oecologia, Agro-Ecosystems, Biuletyn INTECOL. Nowe czasopismo pt. „Urban Ecology” ukaże się wkrótce. Rozważana jest możliwość założenia międzynarodowego czasopisma poświęconego ochronie środowiska. INTECOL pomógł w zorganizowaniu następujących sympozjów: Biologiczne rytmy w środowisku morskim (1975), Tropikalna ekologia (1974, Zair). W ramach INTECOL działa 6 głównych grup roboczych.

Agroekosystemy — pod kierunkiem doc. L. Ryszkowskiego (udział biorą ekologowie z USA, Szwajcarii, ZSRR, Nigerii, Anglii, Indonezji i Holandii). Założenia ogólne międzynarodowego programu polegają na rozpoznaniu funkcji agroekosystemów jako swoistych ekosystemów kształtowanych przez człowieka, oznaczaniu podobieństw i różnic w funkcjonowaniu i prawidłowościach procesów zachodzących w agroekosystemach, ekosystemach naturalnych i na wpół naturalnych ekosystemach, ustaleniu roli agroekosystemów w całości krajobrazów ekologicznych. W sprawozdaniu szeroko omówiona została rola badań nad agroekosystemami jako ważnymi składnikami środowiska życia człowieka współczesnego ulegającymi szybkim przemianom. Spotkanie tej grupy roboczej odbędzie się w 1975 r. w Holandii. W maju 1976 r. będzie miała miejsce w Holandii konferencja robocza na temat krążenia materii w agroekosystemach. Grupa robocza ekologii tropikalnej zorganizowała w Zairze sympozjum ekologii tropikalnej (1975). Głównie zadanie grupy polega na poznawaniu struktury, funkcji i zagospodarowania lasów tropikalnych oraz ekosystemów sawanny.

Grupa robocza ekologii miast (Urban Ecology) opracowuje program badań pt. „Porównawcze Analizy Ekologiczne Środowiska Miejskiego”.

Międzyorganizacyjny projekt „Zintegrowane studia ekologiczne siedzib ludzkich” będzie ustalony wspólnie z programem MaB UNESCO oraz UNEP. Przewidziane są 3 fazy realizacji projektu. W pierwszej fazie, którą można określić jako metodologiczną, międzyregionalna grupa robocza do spraw strategii i metodologii badań opracowała (Paryż 1975) podstawowe zasady działania (szczegółowo omówione

w sprawozdaniu sekretarza generalnego IUBS). Faza druga obejmuje organizowanie narad regionalnych celem ustalenia zintegrowanych projektów połowych. Faza trzecia będzie polegała na realizacji projektów badawczych.

Grupa „Ekologia drobnych ssaków” (przewodniczący prof. K. Petrusiewicz, jeden z wiceprezesów INTECOL) działająca dawniej w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego (IBP) przeszła obecnie do nowej organizacji ekologów INTECOL.

Grupa robocza „Ekologii statystycznej” popierała prace Komitetu Łączności ekologii statystycznej w Międzynarodowym Instytucie Statystycznym i Towarzystwie Biometrycznym (Konferencje w 1974 r. w Wenezueli i USA w 1975 r.).

Ekologia krajobrazu była tematem działania specjalnej grupy, która pracowała w powiązaniu z organizatorami Kongresu Ekologii Człowieka (Wiedeń, 1975).

Grupa robocza „Plankton” przygotowała publikację „Przegląd niektórych problemów produktywności zooplanktonu” (Norwegian Journal of Zoology) w wyniku kilku zebrań (w Oslo, Wielkiej Brytanii, Warszawie). W roku 1976 odbędzie się w Toruniu zebranie grupy podczas Zjazdu Polskiego Towarzystwa Hydrobiologicznego oraz sympozjum na temat interakcji w planktonie jako systemie. Ostatnia wreszcie grupa robocza „Ptaki ziarnojady” kontynuuje prace podjęte w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego (IBP).

W trakcie organizacji są grupy robocze, które się zajmą kształceniem w zakresie ekologii, ekosystemami pustyni oraz terminologią ekologiczną.

INTECOL zamierza współpracować z innymi organizacjami (UNESCO, WHO) w dziedzinie zdrowotności środowiska, insektycydów, chorób pasożytniczych, zoonoz, badań nad nowotworami oraz ekologicznymi aspektami schistosomatozy. Należy z uznaniem odnotować wkład ekologów polskich do prac większości wymienionych wyżej grup roboczych INTECOL.

Jak widać z powyższych danych, INTECOL obejmuje obecnie największą część prac prowadzonych w dziale biologii środowiskowej IUBS, co można uznać za prawidłowy i pożądany kierunek rozwoju. Jednakże niektóre kierunki objęte działalnością Działu znajdują się jeszcze poza zasięgiem INTECOL. Są to organizacje zajmujące się kontrolą biologiczną (wydawnictwo „Entomophaga”), które zorganizowały m.in. Zgromadzenie Ogólne zachodniej palearktycznej sekcji regionalnej (Hiszpania, 1974). Odrębną pozycję zajmuje „Biologia Człowieka”. Międzynarodowa Asocjacja Biologów Człowieka ulega reorganizacji, wiąże się z organizacjami narodowymi (m.in. Polskim Towarzystwem Antropologicznym), projektuje zebrania regionalne (w Wenezueli, na Martynice i w Warszawie), zamierza uczestniczyć w przygotowaniach do X Międzynarodowego Kongresu Nauk Antropologicznych i Etnologicznych (Delhi, 1978).

Limnologia reprezentuje w Dziale Środowiskowym IUBS Międzynarodowe Towarzystwo Limnologiczne (SIL). Stare to i zasłużone towarzystwo kontynuuje tradycyjną działalność — ostatni Kongres odbył się w Kanadzie (1974). Zorganizowano także kilka sympozjów, m.in. „Interakcja pomiędzy hydrografią, czynnikami fizycznymi i biologicznymi w ciepłych jeziorach”.

Nie otrzymano szczegółowych sprawozdań z komisji oceanografii, aerobiologii (działa Międzynarodowa Asocjacja Aerobiologów zrzeszająca indywidualnych członków z 16 krajów), geografii i ekologii roślin, małej kartografii roślinności.

Dział Biologii Funkcjonalnej i Analitycznej. Biologia rozwoju — opublikowano materiały VII Międzynarodowego Kongresu Biologii Rozwoju pt. Powierzchnia komórki w rozwoju; brano udział w organizacji konferencji roboczej poświęconej zapłodnieniu i wczesnym stadiom rozwoju (Kalifornia, 1974), pierwszego sympozjum europejskiej organizacji biologii molekularnej (RFN, 1975), trwają przygotowania do VIII Kongresu Międzynarodowego Towarzystwa Biologów Rozwoju (Tokio, 1977). Przewiduje się organizację następujących sympozjów naukowych „Cell-cell junction” (W. Brytania, 1976), „Hematopoietic processes

furing Embryogenesis (Francja, 1976), „Limb Morphogenesis” (Szkocja, 1976), „Polarity and Morphogenetic Fields” (Holandia), „Amphibian Gametogenesis” (Francja), „Neurogenesis” (Szwecja), „Insect Development” (Afryka).

Genetyka — przewiduje się udział w przygotowaniach do 14-go Międzynarodowego Kongresu Genetyków (1978, prawdopodobnie w Moskwie), a także pomoc w zorganizowaniu Afrykańskiego sympozjum genetyki rolniczej (Egipt, 1976 lub 1977) oraz konferencji międzynarodowej „Genetyczne podstawy epidemii w rolnictwie” (USA, 1976).

Sekcja fizjologii roślin — odbyło się pierwsze zebranie Międzynarodowej Asocjacji Fizjologii Roślin (RFN, 1974), opracowano projekt statutu. Podczas Kongresu botanicznego w Leningradzie odbyło się zebranie przedstawicieli 14 krajów, podjęto szereg nowych inicjatyw wydawniczych. Postanowiono powołać Europejską Federację Fizjologii Roślin.

Fotobiologia — prowadzone są prace przygotowawcze do VII Międzynarodowego Kongresu Fotobiologii (Rzym, 1976), opublikowano w 1975 r. materiały poprzedniego Kongresu. Grupa indyjskich fotobiologów w liczbie 100 zorganizowała w 1975 r. sympozjum regionalne. Nie nadesłały sprawozdań następujące komisje działające w ramach Działu: biologii komórki, eksperymentalnej psychologii i behawioru, substancji wzrostowych roślin, radiobiologii, histochemii i cytochemii, brak wiadomości o przebiegu konferencji etologicznej. Nad sprawozdaniem z prac Działu, a zwłaszcza nad propozycjami jego reorganizacji, przedstawianymi przez jego przewodniczącego, de Robertis (Argentyna), rozwinęła się ożywiona dyskusja. Propozycje te idą w kierunku zmiany nazwy Działu na „Dział Biologii komórkowej, biologii molekularnej, biologii rozwoju i genetyki”, jego uaktywnienia w dziedzinie organizowania większych kongresów, sympozjów i narad interdyscyplinarnych, udzielania większej pomocy organizacjom regionalnym, zwłaszcza pomocy biologom krajów rozwijających się, usprawnienia wymiany informacji itp. Na przyszłość należy zająć się, wykazując inicjatywę własną Działu, kontrolą genetyczną, techniką rozdzielania żywych komórek, immunologicznymi aspektami powiązań ewolucyjnych, specyficznymi przeciwciałami organów, łącznością międzykomórkową. Należy się także zainteresować sprawami cytofarmakologii, biofizyki komórek i błon komórkowych. Propozycje spotkały się z pozytywnym przyjęciem Komitetu. Zmiana nazwy Działu może nastąpić dopiero w wyniku uchwały Walnego Zgromadzenia IUBS (1976).

Dział Mikrobiologii. Dział pracuje w oparciu o Międzynarodową Asocjację Mikrobiologów (IAMS), której pierwszy Kongres „międzysekcyjny” odbył się w Japonii w 1974 r. Trwają przygotowania do: 1. Międzynarodowego Kongresu bakteriologii i mikologii (RFN, 1978), 4. Międzynarodowego Kongresu wirusologii (Haga, 1978). Dalsza seria spotkań naukowych mikrobiologów to: 14 Kongres międzynarod. asocjacji standaryzacji biologicznej (W. Brytania, 1975), 5. Międzynarodowe Sympozjum fermentacji (RFN, 1976); 2. Międzynarodowe sympozjum szybkich metod i automatyzacji (W. Brytania, 1976), Międzynar. sympozjum ekologii mikrobiologicznej (Nowa Zelandia, 1977). Powołana na kongresie IAMS komisja genetyki podjęła już prace organizacyjne. Wydawany jest co pół roku biuletyn IAMS. Poza IAMS działały następujące organizacje.

Mikrobiologiczna specyfikacja żywności — m.in. metody hodowli *Staphylococcus aureus* i *Clostridium perfringens*, badania nad mikrobiologicznym zanieczyszczeniem żywności, nad *Salmonella*. Opublikowano 2 tom „Microorganismes in Foods”, drugie wydanie 1 tomu, opracowano w VII t. Canadian Journal of Microbiology studium nad związkami pomiędzy *Salmonella* i śladami fekaliiów w żywności.

Standaryzacja mikrobiologiczna — zorganizowano szereg sympozjów poświęconych m.in. standaryzacji i kontroli alergenów, wirusowemu zapaleniu wątroby, brucellozie, produktom *Clostridium* w medycynie weterynaryjnej, epizootom.

Drożdże i podobne do nich mikroorganizmy — zorganizowano 4. Międzynarodowe Sympozjum (Austria, 1974) z udziałem 365 osób z 32 krajów oraz przygotowuje się szereg specjalistycznych sympozjów — Drożdże w przemyśle (Berlin, 1976) Systematyka (1977 — Dania bądź Węgry lub Francja), Genetyka i metabolizm (Polska, 1978). Ogólne Sympozjum przewiduje się zorganizować w ZSRR w 1979 r.

Dział Zoologii. W dziale tym reprezentowana jest zaledwie część nauk zoologicznych, na czym polega jego słabość. Brak m.in. teriologii, arachnologii, malakologii. Ten stan rzeczy wymaga zmiany. Drugim ważnym problemem jest przyszłość kongresów zoologicznych. Powzięto decyzję kontynuowania Kongresów. Następny Kongres Zoologiczny odbędzie się w sierpniu 1978 r. w Mediolanie. Jego organizatorami będą zoologowie włoscy. Rozważano także sprawę organizowania w okresie między kongresami sympozjów interdyscyplinarnych. Wiceprezydent Unii, prof. Farner podjął konsultacje z Komitetami narodowymi idące w tym kierunku. Rewizji wymaga przydział niektórych komisji (np. owadów społecznych, psychologii eksperymentalnej itd.) do innych Działów Unii.

Zoologia ogólna — sekcja zajmuje się głównie sprawą przyszłego Kongresu (Włochy, 1978).

Endokrynologia porównawcza — powstał zarząd Sekcji, odbyło się 7 Międz. Sympozjum endokrynologii porównawczej (Kenia, 1974), następne odbędzie się w Holandii (1978).

Entomologia — trwają przygotowania do 15 Kongresu entomologów (Waszyngton, 1976).

Ornitologia — trwają przygotowania do 16 Kongresu Ornitologów (Berlin Zachodni, 1978). Paleozoologia — sekcja opiera się na Międzynarodowej Asocjacji Paleontologów obejmującej także paleobotaników. Na posiedzeniu Komitetu dysktutowano nad likwidacją tak nielogicznego przydziału części paleontologów. Parazytologia — udzielono poparcia 3 Kongresowi Światowej Federacji Parazytologów (Monachium, 1974). W sprawozdaniu odnotowano międzynarodowe sympozjum PARMAB, poświęcone związkom parazytologii z programem UNESCO „Człowiek i biosfera” (MaB), jakie odbyło się w Warszawie w 1975 r. oraz zobowiązano się do udzielenia w swoim czasie poparcia 4. Kongresowi (ICOPA IV) (Warszawa, 1978). Sekcja parazytologii nawiązała aktywną współpracę z WHO.

Nomenklatura zoologiczna — sekcja opiera swoją działalność na pracach Międzynarodowej komisji nomenklatury zoologicznej. Biuletyn Nomenklatury Zoologicznej (31 tom — część 3 i 4, 34 tom — część 1 i 2) zawiera 21 opinii oraz 48 nowych albo zrewidowanych zaleceń Komisji. Komitet wydawniczy przygotowujący nowe wydanie „Intern. Code of Zoological Nomenclature” prowadzi ożywioną korespondencję z komitetami narodowymi i poszczególnymi specjalistami.

Komisja patologii bezkręgowców — opiera się na pracach odpowiedniego towarzystwa i wspiera „Journal of Invertebrate Zoology”. Komisja pracuje w powiązaniu z multidyscyplinarną komisją kolekcji kultur.

Primatologia — odbyło się zebranie Międzynarodowego Towarzystwa Primatologicznego (Japonia), następne odbędzie się w Wielkiej Brytanii (1976), której przedstawiciele są bardzo aktywni w Towarzystwie.

Owady społeczne — kolejny Kongres Unii dla Badań nad Owadami Społecznymi (IUSSI) odbędzie się w Holandii (1977). Krajowe sekcje (Francja, RFN) organizują konferencje regionalne. Rozważa się powołanie Sekcji Północno-Amerykańskiej. Unia wydaje czasopismo „Insects Sociaux”.

W dziale zoologii nie otrzymano sprawozdań z sekcji i komisji: protozoologii i bryozoologii. W ogólnej dyskusji nad sprawozdaniem Sekretarza generalnego podnoszono konieczność rozszerzenia działalności Unii na wszystkie dziedziny nauk biologicznych, pozyskania większej liczby członków — Komitetów narodowych, udoskonalenia struktury wewnętrznej IUBS oraz ściślejszych powiązań z innymi

organizacjami zarówno nierządowymi (np. ICSU-SCOPE), jak i międzyrządowymi.

Ożywioną i długą dyskusję wywołał przedłożony przez specjalną roboczą grupę Komitetu projekt zmiany statusu IUBS oraz struktury władz organizacji, a także wyboru Komitetu Wykonawczego. Najważniejsze momenty projektu sprowadzają się do zmniejszenia liczby członków Komitetu Wykonawczego (z obecnych 16 do 9), który miałyby się składać z przewodniczącego, zastępcy przewodniczącego (kandydata do przewodnictwa w następnej kadencji), poprzedniego przewodniczącego (past-president), sekretarza i skarbnika w jednej osobie oraz pięciu przewodniczących działów. Każdy przewodniczący działu miałby 2 zastępców, których opinii zasięgałby we wszystkich sprawach i którzy mogliby go zastępować w przypadku nieobecności na posiedzeniach Komitetu. Tryb wyboru członków Komitetu ma ulec „demokratyzacji”. Na 9 miesięcy przed Walnym Zgromadzeniem Unii Sekretariat zwróci się do Komitetów narodowych i zrzeszonych w Unii organizacji naukowych o wysuwanie kandydatów na członków Komitetu. Po nadesłaniu odpowiednich propozycji (na 6 miesięcy przed Walnym Zgromadzeniem Unii) zostaną one scalone z uwzględnieniem czynnika geograficznego oraz specjalności kandydatów i rozesłane członkom Unii. Na Walnym Zgromadzeniu będzie przeprowadzane głosowanie nad całością składu Komitetu Wykonawczego. Projekt został przez Komitet zaakceptowany.

Wiele czasu poświęcono podczas obrad sprawom finansowym i budżetowi Unii. W związku z wzrostem cen oraz inflacją w krajach kapitalistycznych zwrócono się w ub. roku z apelem do członków — narodowych Komitetów IUBS o dobrowolne podniesienie wysokości składek o 40%. Jednakże tylko 13 komitetów narodowych odpowiedziało dotąd pozytywnie na ten apel. Projekt budżetu na 1976 r. zamykał się poważnym deficytem. Przez wiele godzin poszukiwano sposobu wyjścia z trudności drogą poważnych oszczędności, przede wszystkim w dziale wydatków administracyjnych oraz subwencji. Specjalna Komisja opracowała projekt rozdziału środków na stypendia, dotacje dla organizatorów konferencji naukowych oraz pożyczek, na łączną kwotę 46 650 dolarów. Sumę tę następnie zredukowano. Ustalono, że pomoc mogą uzyskać tylko organizacje utrzymujące ścisły kontakt z Unią, nadsyłające regularne sprawozdania z działalności oraz zgłaszające swoje potrzeby finansowe we właściwym czasie. Podczas dyskusji nad budżetem podniesiono wiele zasadniczych spraw dotyczących zadań i funkcjonowania Unii. Sprawy te na pewno dojrzeją do omówienia na Walnym Zgromadzeniu w 1976 r.

Szczegółowo przedyskutowano powiązania IUBS z organizacjami należącymi do ICSU, a także międzyrządowymi organami ONZ.

Osobny punkt obrad dotyczył miejsca, terminu i programu następnego kolejnego Walnego Zgromadzenia IUBS. Na wniosek członka Komitetu Wykonawczego Unii B. Pala, który zgłosił odpowiednią propozycję Narodowej Akademii Nauk Indii, ustalono, że odbędzie się ono w Bangalore (Indie) we wrześniu lub październiku 1976 r. i w części naukowej będzie poświęcone postępom biologii w krajach rozwijających się. W głosowaniu ustalono znaczną większością głosów, że gdyby Indie nie mogły z jakichś powodów zorganizować Walnego Zgromadzenia, miejscem jego obrad będzie Kanada (inna propozycja dotyczyła RFN).

Przebieg posiedzeń Komitetu Wykonawczego IUBS oraz dostarczone nam materiały sprawozdawcze nasuwają następujące refleksje ogólne. Pomimo pewnych postępów, zasięg oddziaływania Unii nadal jest dość ograniczony. Zwraca uwagę stosunkowo mała liczba członków z krajów rozwijających się, wśród których niektóre stanowią właściwie „martwe dusze” (np. Nigeriia) nie biorąc udziału w pracach i nie płacąc zadeklarowanych składek. Nie ulega wątpliwości, że Unia wykazała zbyt mało inicjatyw własnych, zwłaszcza niezbędnych w odniesieniu do nowych kierunków biologii, do problemów interdyscyplinarnych, opierając się głównie na

działalności innych, często starych i pracujących tradycyjnymi metodami organizacji.

Udział Unii w rozpowszechnianiu informacji o postępach całokształtu nauk biologicznych wzrasta, lecz jest wciąż jeszcze niedostateczny, o czym świadczą m.in. poważne luki w sprawozdawczości stowarzyszonych organizacji (komisji, komitetów).

Wreszcie, za słabe są chyba jeszcze merytoryczne powiązania prac IUBS z wielkimi organizacjami systemu ONZ, realizującymi poważne programy i projekty międzynarodowe, w których nieodzowny jest udział biologów. Programy te i projekty powinny korzystać z dorobku nauk biologicznych, ze współpracy i ekspertyz biologów. Unia mogłaby tworzyć swoisty bank informacji bieżących o aktualnych zdobyczach biologii i o biologach służący także potrzebom takich organizacji, jak UNESCO i UNEP, a także FAO i WHO. W ten sposób realizowany mógłby być istotny związek nauk biologicznych z aktualnymi problemami ludzkości, z szeroko pojętą praktyką społeczną.

Włodzimierz Michałtów

SPIS TREŚCI

<i>Jan Kornaś</i> — Stanisław Kulczyński	3
<i>Bożydar Szabuniewicz</i> — Inicjalne mechanizmy rozwoju fotosyntezy	7
<i>Andrzej Środoń</i> — Flora miocenska Turowa	35
<i>Henryk Szarski</i> — Dzieworodne gatunki jaszczurek kaukaskich są mieszańcami	37
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Wpływ zanieczyszczeń morza	39
<i>Aleksandra Hoffmannowa</i> — Liścienie — struktury i funkcje	47

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Napoleon Wolański</i> — Aktualna koncepcja zjawiska heterozji i homozji u człowieka	63
<i>Krzysztof Z. Kamiński</i> — Problem rzadkich gatunków	73

RECENZJE

<i>Henryk Szarski</i> — R. J. Harrison, Functional anatomy of marine mammals	77
<i>Krzysztof Kasprzak</i> — M. Górny — Zoologia gleb leśnych	78

KRONIKA NAUKOWA

<i>Wiktor Janusz Pajor</i> — Radziecka koncepcja biogenezy wulkanicznej; <i>Wiktor Janusz Pajor</i> — Zagrożenie życia biologicznego przez związki ołowiu w statystyce; <i>Jan Pinowski</i> — Zmiany awifauny Brytanii i Irlandii od 1800 roku; <i>Irena Wita</i> — Oczliki — nowy żywiciel pasożyta larw moskitów <i>Coelomomyces psorophorae</i>	81
--	----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Włodzimierz Michajłow</i> — Posiedzenie Komitetu Wykonawczego Międzynarodowej Unii Biologicznej (IUBS)	85
---	----

SPIS TREŚCI ROCZNIKA

1976

	nr	str.
Jan Kornaś — Stanisław Kulczyński	1	3
Bożydar Szabuniewicz — Inicjalne mechanizmy rozwoju fotosyntezy	1	7
Andrzej Srodoń — Flora mioceńska Turowa	1	35
Henryk Szarski — Dzieworodne gatunki jaszczurek kaukaskich są mieszańcami	1	37
Jakub Mowszowicz — Wpływ zanieczyszczeń morza	1	39
Aleksandra Hoffmannowa — Liścienie — struktury i funkcje	1	47
Andrzej Srodoń — Mikołaj Kostyniuk	2	97
Stanisław Leszczycki — Obszary chronione w przestrzennym zagospodarowaniu kraju	2	103
Krystyna Pożaryska i Wojciech Brochwicz-Lewiński — Paleobiogeografia a rewolucja w geologii	2	115
Jakub Mowszowicz — Co to jest botanika biologiczna?	2	125
Jan Pinowski — Wikłacz ogniasty zagraża rolnictwu Afryki	2	131
Janusz Bobiński — Zastosowanie jałowca pospolitego pod kątem jego ochrony	2	137
Andrzej Wardoń — Nagroda Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny — rok 1975	2	145
Jakub Mowszowicz — Systemy sprzężone: człowiek a przyroda oraz ich wzajemne współzależności	3	197
Bożydar Szabuniewicz — Transpozycyjne systemy DNA	3	205
Janina Dobrzańska — Badania nad pasożytnictwem społecznym u mrówek z punktu widzenia międzygatunkowych zachowań przystosowawczych	3	223
Janusz Bobiński — Choroby i szkodniki jałowca <i>Juniperus communis</i> L. i ich znaczenie dla roli jałowca w przyrodzie	3	243
Hanna Seryczyńska — Reakcje obronne u owadów	3	253
Jan Dobrowolski — Problemy środowiska człowieka w regionie Minamata, Japonia	3	259
Kazimierz Maślankiewicz — Jubileusz 100-lecia Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika	4	309
Andrzej Elżanowski — Nowe poglądy na pochodzenie ptaków	4	315
Andrzej Kanclerz, Zbigniew Zbytniewski — Mutageneza i jej związek z niektórymi współczesnymi problemami medycyny	4	325
Stanisław Ignatowicz — Znaczenie fosforanu wapnia w walce z owadami — szkodnikami produktów zbożowych	4	333
Krzysztof Z. Kamiński — Cykliczność rozmnażania wioślarek (<i>Cladocera</i>)	4	341
Stanisław Jastrzębski — Z problemów ochrony przyrody w Polsce	4	347
Jerzy Andrzej Chmurzyński — Tajemnice tańców pszczół	5	395
Bożydar Szabuniewicz — Mapa bakteriofaga lambda	5	411
Krzysztof Olszewski — Endemity w świecie zwierząt	5	425

<i>Eugeniusz Biesiadka, Krzysztof Kasprzak</i> — Wybrane problemy z badań nad biologicznymi skutkami podwyższenia temperatury w jeziorach konińskich	5	429
<i>Zdzisław Przybylski</i> — Wpływ skażonej atmosfery związkami siarki na środowisko człowieka	5	435
<i>Aleksandra Sawicka, Maria Trzcńska</i> — Zastosowanie metody acetylenowej do oznaczania aktywności wiązania azotu atmosferycznego	5	441
<i>Krzysztof Z. Kamiński</i> — Teratologie u wioślarek (<i>Cladocera</i>)	5	451
<i>W.O.</i> — Sprawozdanie i materiały z plenarnego posiedzenia Wydziału II i Komitetu Biochemii i Biofizyki PAN poświęconego problemom biofizyki	6	503
<i>Kazimierz L. Wierzchowski</i> — Problemy biofizyki molekularnej	6	505
<i>Andrzej Morawiecki</i> — Stan badań z zakresu biofizyki w Polsce	6	515
<i>Wanda Leyko</i> — Polskie Towarzystwo Biofizyczne i jego działalność	6	519
<i>Bogusława Jeżowska-Trzebiatowska</i> — Rola metali w biokatalizie	6	521
<i>Stanisław Przestalski</i> — Błony biologiczne, organizacja i funkcja	6	531
<i>Wanda Leyko</i> — Główne kierunki badań prowadzonych w Zakładzie Biofizyki Instytutu Biochemii i Biofizyki UŁ	6	537
<i>Adam Łomnicki</i> — Dobór naturalny, ograniczony wzrost i regulacja wielkości populacji	6	539
<i>Bożydar Szabuniewicz</i> — Pierwszy pełny kod genetyczny „żywego organizmu”	6	555

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Napoleon Wolański</i> — Aktualna koncepcja zjawiska heterozji i homozji u człowieka	1	63
<i>Krzysztof Z. Kamiński</i> — Problem rzadkich gatunków	1	73
<i>Włodzimierz Sedlak</i> — Wprowadzenie w bioakustykę kwantową	3	263
<i>Włodzimierz Ostrowski</i> — Głos w dyskusji na Walnym Zgromadzeniu PAN	5	457
<i>Gertruda Biernat</i> — Geologiczno-paleontologiczne kolekcje instytutów naukowych i muzeów w Polsce	6	563

RECENZJE

<i>Henryk Szarski</i> — R. J. Harrison, Functional anatomy of marine mammals	1	77
<i>Krzysztof Kasprzak</i> — M. Górny — Zoologia gleb leśnych	1	78
<i>Jacek M. Szymura</i> — Malcolm Edmunds — Defence in animals (a survey of anti-predator defences)	2	147
<i>Henryk Szarski</i> — D. F. Roberts—red. — Human variation and natural selection	3	273
<i>Zygmunt Grodziński</i> — T. A. Detlaf—red. — Obiekty biologii rozwoju	3	274
<i>Antoni Żyłka</i> — Grzimek's Animal Life Encyclopedia	3	274
<i>Halina Piękoś</i> — Flora jęwropiejskiej czasti SSSR	3	277
<i>Krystyna Szpanbrucker</i> — Paul Duvionaud, Biosfera jako środowisko człowieka	4	355
<i>Jerzy J. Lipa</i> — Pugilevskij S. V. 1975. Jadovitye Životnye: Toksykologija Bespozvonocnych	4	356
<i>Napoleon Wolański</i> — Ekologia człowieka — nauka nieortodoksyjna	4	357

Józef Zon — Needham A. E. — The Significance of Zoochromes	5	461
Joanna Stachowiak — Stern K., Tigerstedt P. M. A. (współpraca Sperlich D.) — Ökologische Genetik — Gustaw Fischer Verlag	5	464

KRONIKA NAUKOWA

Wiktor Janusz Pajor — Radziecka koncepcja biogenezy wulkanicznej	1	81
Wiktor Janusz Pajor — Zagrożenie życia biologicznego przez związki ołowiu w statystyce	1	82
Jan Pinowski — Zmiany awifauny Brytanii i Irlandii od 1800 roku	1	82
Irena Wita — Oczlik — nowy żywiciel pasożyta larw moskitów <i>Coelomyces psorophorae</i>	1	83
Alina Kuźmiak — Toksyczne pozostałości pestycydów jako problem sanitarny w rolnictwie	2	149
Konstancja Jakutowicz — Przekazanie genu do myxobacterium przez fag <i>Pl Escherichia coli</i>	2	151
Alicja Guttowa — Kompleksowa walka ze szkodnikami upraw i sterowanie populacjami owadów	2	152
Alina Kuźmiak — Jednowiciowy plemnik <i>Nemertoderma (Turbellaria)</i> i jego znaczenie filogenetyczne	2	154
Konstancja Jakutowicz — Wodzian chloralu — rozpuszczalnik błon biologicznych	3	281
Konstancja Jakutowicz — Próba wyjaśnienia mechanizmu transkrypcji mRNA z podwójnej spirali DNA	3	282
Jan Pinowski — Energetyczna kontrola wielkości ciała ptaków	3	283
Wiktor Janusz Pajor — Rola nietoperzy w zapylaniu roślin tropikalnych	3	284
Wiktor Janusz Pajor — Perspektywy rozwoju nowej gałęzi nauk przyrodniczych — archeologii lekarskiej	3	285
Wiktor Janusz Pajor — Badania nad dodatkową funkcją skrzel ryb	3	285
Włodzimierz Michajłow — Środowisko i wojna	4	361
Włodzimierz Michajłow — O zapobieganiu zanieczyszczeniom	4	362
W. M. — Koncepcja populacyjna i myślenie typologiczne w problematyce człowieka	4	365
W. M. — Projekt „Rewertaza”	4	366
W. M. — Swoisty charakter oddziaływania wzajemnego człowieka i przyrody w warunkach rewolucji naukowo-technicznej	4	368
Barbara Płytycz — Genetyczne podłoże reakcji na alloprzeszczepy w ujęciu filogenetycznym	4	369
Stanisław Muszyński — Uwagi o chemotaksonomii roślin	5	469
Konstancja Jakutowicz — Kanały protonowe i cząsteczkowe generatory elektrostatyczne	5	469
Konstancja Jakutowicz — Reagowanie albuminy ludzkiej i luminolu	5	471
Konstancja Jakutowicz — Badanie chemiluminescencji komórek normalnych i nowotworowych zainicjowanej dodaniem wody utlenionej	5	472
Konstancja Jakutowicz — Badania chemiluminescencyjne wpływu temperatury na konformację fibrynogenu	5	473
Konstancja Jakutowicz — Kinematyka udziału Fe^{2+} w utlenianiu lipidów i możliwości chemiluminescencyjnego oznaczania hydronadtlenków	5	474
Konstancja Jakutowicz — Badanie błysku chemiluminescencyjnego i nadtlenkowego utleniania lipidów w błonach erytrocytów	5	475

Konstancja Jakutowicz — Fotoprzewodnictwo mikrofalowe fotosyntetyzujących	5	476
Włodzimierz Michajłow — Ekorozwój — dalsze postępy teoretyczne	5	477
Wiktor Janusz Pajor — Wirusostatyczne właściwości kwasu askorbinowego	6	567

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

Jerzy Cmak — Działalność podstawowa Świętokrzyskiego Parku Narodowego w okresie dwudziestopięciolecia istnienia	3	287
Barbara Ciesielska — Problemy biologicznych badań podstawowych Polskiej Akademii Nauk w latach 1976—1980	4	371
Wiesława Laszczkowska — Biblioteka Instytutu Zoologii Polskiej Akademii Nauk, jej przeszłość oraz stan i problemy dzisiejsze	4	376
Barbara Ciesielska — Wyniki badań w problemach Polskiej Akademii Nauk, uzyskane w 1975 r.	6	569
Barbara Ciesielska — Informacje sygnałne Wydziału II PAN	6	588
P. P. Liberski — Ekologia człowieka współczesnego	6	590
Teresa Pojmańska, Bożena Grabda-Kazubska, Katarzyna Niewiadomska — Międzynarodowa Konferencja w sprawie schistosomatozy	6	591

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

Włodzimierz Michajłow — Posiedzenie Komitetu Wykonawczego Międzynarodowej Unii Biologicznej (IUBS)	1	85
Adam Kołtąj — Sprawozdanie z XIII Ogólnokrajowego Zjazdu Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego	2	157
Andrzej Wardoń, A. B. Dutkowsky — Sprawozdanie z drugiej dorocznej Konferencji Pracowni Mikroskopii Elektronowej Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN	2	158
Jan Kozłowski — Pierwsza „Jesienna Szkoła Matematycznego Modelowania i Analizy Systemowej” w Zawoi	2	160
Tadeusz Szczepny — XII Zgromadzenie ogólne i XIII Zgromadzenie Techniczne Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody i jej Zasobów (IUCN)	2	162
Jan W. Dobrowolski, Bohdan Głowiak, Włodzimierz Michajłow — Międzynarodowy Kongres Uczonych zajmujących się sprawami środowiska człowieka	2	176
Andrzej Elżanowski — Z działalności Komitetu Biologii Ewolucyjnej i Teoretycznej PAN	3	293
Kazimierz Zabierowski — Program działania międzynarodowego w zakresie ochrony przyrody ALP	3	297
Gertruda Biernat — Wyprawy paleontologiczne na Spitsbergenie 1974—1977	3	300
W.M. — Sesja naukowa i plenarne posiedzenie Wydziału Nauk Biologicznych PAN	4	383
W.M. — Posiedzenie Narodowego Komitetu Międzynarodowej Unii Biologicznej	4	383
Adam Urbanek — Uzasadnienie wniosku Polskiego Komitetu Narodowego IUBS w sprawie znaczenia biologii ewolucyjnej i teoretycznej	4	383
W.M. — Plenarne posiedzenie Wydziału Nauk Biologicznych PAN	4	384
Krzysztof Bieniarz, Wanda Malinowska — Konferencja Okrągłego Stołu poświęcona endokrynologicznym zagadnieniom rozmnażania ryb	4	385

Włodzimierz Michajłow — Trzecie Zgromadzenie Ogólne Komitetu Naukowego Problemów Środowiska (SCOPE)	5	479
Stanisław Szymański — Sympozjum — metody matematyczne w parazytologii	5	484
Maria Jolanta Borkowska — Sprawozdanie z Trzeciej Zimowej Szkoły Biofizyki Transportu Bionowego	5	486
Maria Piotrowicz, Eleonora Bobrzyńska — Zagadnienia z dydaktyki biologii w świetle obchodów XXX-lecia Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie	5	489

MISCELLANEA

W.M. — Nagroda dla prof. dr W. Brzezińskiego	4	389
Nagrody PAN za osiągnięcia w dziedzinie nauk biologicznych w 1975 r.	5	493
Nagrody Państwowe za prace w zakresie nauk biologicznych	6	596

ALFABETYCZNY SPIS ROCZNIKA

1976

	nr	str.		nr	str.
Bieniarz K.	4	385	Jakutowicz K.	5	474
Biernat G.	3	300	Jakutowicz K.	5	475
Biernat G.	6	563	Jakutowicz K.	5	476
Biesiadka E.	5	429	Jeżowska-Trzebiatowska B.	6	521
Bobiński J.	2	137			
Bobiński J.	3	243	Kamiński K. Z.	1	73
Bobrzyńska E.	5	489	Kamiński K. Z.	4	341
Borkowska M. J.	5	486	Kamiński K. Z.	5	451
Brochwicz-Lewiński W.	2	115	Kancelerz A.	4	325
			Kasprzak K.	1	78
Ciesielska B.	4	371	Kasprzak K.	5	420
Ciesielska B.	6	569	Kołataj A.	2	157
Ciesielska B.	6	588	Kornaś J.	1	3
Chmurzyński J. A.	5	395	Kozłowski J.	2	160
Cmak J.	3	287	Kuźmiak A.	2	149
			Kuźmiak A.	2	154
Dobrowolski J.	2	176			
Dobrowolski J.	3	259	Laszczkowska W.	4	376
Dobrzańska J.	3	223	Leszczycki S.	2	103
Dutkowski A. B.	2	158	Leyko W.	6	519
			Leyko W.	6	537
Elżanowski A.	3	293	Liberski P. P.	6	590
Elżanowski A.	4	315	Lipa J. J.	4	356
Głowiak B.	2	176	Łomnicki A.	6	539
Grabda-Kazubska B.	6	591			
Grodziński Z.	3	274	M. W.	4	365
Guttowa A.	2	152	M. W.	4	366
			M. W.	4	368
Hoffmannowa A.	1	47	M. W.	4	383
			M. W.	4	383
Ignatowicz S.	4	333	M. W.	4	384
			M. W.	4	389
Jakutowicz K.	2	151	Malinowska W.	4	385
Jakutowicz K.	3	281	Maślankiewicz K.	4	309
Jakutowicz K.	3	282	Michajłow W.	1	85
Jakutowicz K.	5	469	Michajłow W.	2	176
Jakutowicz K.	5	471	Michajłow W.	4	361
Jakutowicz K.	5	472	Michajłow W.	4	362
Jakutowicz K.	5	473	Michajłow W.	5	477

	nr	str.		nr	str.
Michajłow W.	5	479	Sawicka A.	5	441
Morawiecki A.	6	513	Sedlak W.	3	263
Mowszowicz J.	1	39	Seryczyńska H.	3	253
Mowszowicz J.	2	125	Stachowiak J.	5	464
Mowszowicz J.	3	197	Szabuniewicz B.	1	7
			Szabuniewicz B.	3	205
Nagrody PAN za osiągnięcia w dziedzinie nauk biologicz- nych w 1975 r.	5	493	Szabuniewicz B.	5	411
Nagrody Państwowe za prace w zakresie nauk biologicz- nych	6	596	Szabuniewicz B.	6	555
Niewiadomska K.	6	591	Szarski H.	1	37
			Szarski H.	1	77
O. W.	6	503	Szczęsny T.	2	162
Olszewski K.	5	425	Szpanbrucker K.	4	355
Ostrowski W.	5	457	Szymański S.	5	484
			Szymura J.	2	147
Pajor W. J.	1	81	Środoń A.	1	35
Pajor W. J.	1	82	Środoń A.	2	97
Pajor W. J.	3	284			
Pajor W. J.	3	285	Trzcińska M.	5	441
Pajor W. J.	3	285			
Pajor W. J.	6	567	Urbanek A.	4	383
Piękoś H.	3	277			
Pinowski J.	1	82	Wartoń A.	2	145
Pinowski J.	2	131	Wartoń A.	2	158
Pinowski J.	3	283	Wierzchowski K. L.	6	505
Piotrowicz M.	5	489	Wita I.	1	83
Płytycz B.	4	369	Wolański N.	1	63
Pojmańska T.	6	591	Wolański N.	4	357
Pożaryska K.	2	115			
Przestalski S.	6	531	Zabierowski K.	3	297
Przybylski Z.	5	435	Zbytnewski Z.	3	325
			Zon J.	5	461
			Żyłka A.	3	274

Tylko prenumerata zapewni
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Warunki prenumeraty

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

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

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

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

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

Prenumerata zagraniczna

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

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

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

Indeks 36280

Kosmos A., R. XXV, 1, 1—94, luty, Warszawa 1976.