

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XXV

WARSZAWA 1976

ZESZYT 3(140)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1976

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

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

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

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1145+115, ark. wyd. 9,5, ark. druk. 7

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

Oddano do składania 23.III.76 r. Podpisano do druku 25.VI.76 r.

Druk ukończono w czerwcu 1976

Zam. 229/76

J-45

Cena zł 15,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

SYSTEMY SPRZĘŻONE: CZŁOWIEK A PRZYRODA, ORAZ ICH WZAJEMNE WSPÓŁZALEŻNOŚCI

Ludzkość stanowi cząstkę przyrody. Dzięki pracy umysłowej i fizycznej człowiek poznaje prawa rządzące przyrodą oraz sposoby jej wykorzystania. Człowiek w pojęciu biologicznym w zupełności podporządkowany jest prawom natury, do czego jego organizm całkiem jest przystosowany. Przebieg wszystkich procesów fizjologicznych, reakcji fizyko-chemicznych, funkcjonowanie każdej komórki i organów — wszystko to odbywa się w warunkach ziemskich, polega na stałej wymianie zachodzącej pomiędzy środowiskiem a organizmem. Wymiana biologiczna polega na wykorzystywaniu przez człowieka surowców lub ich przetworów służących do przyrządzania produktów spożywczych, ubrania, budowy mieszkań itp. Według obliczeń biologa P. B. Hofmana-Kadosznikowa, w przeciągu życia człowieka jego organizm pobiera: 75 t wody, 17 t węglowodanów, 2,5 t białek i 1,3 tłuszczów, tyleż przypuszczalnie substancji przedostaje się z organizmu do środowiska.

Wybitny filozof francuski J. J. Rousseau, w swojej powieści „Emil, czyli o wychowaniu”, rozwijał pogląd o „naturalnym wychowaniu” dziecka na „łonie przyrody” zgodnie z prawami natury, które, według jego zdania, sprzyjają kształtowaniu się u młodego człowieka czystości duchowej, prawdziwości i innych cech pozytywnych.

Człowiek XX stulecia wiele uczynił, aby zbadać prawa przyrody, wykorzystał je dla zaspokojenia swoich potrzeb. Im więcej człowiek poznaje, tym większe horyzonty tajemnic niezbadanych otwierają się przed nim. Człowiek jednak nie zbadał do końca np. przekazywania rodzicielskich cech dziedzicznych, albo przekształcania przez zieloną roślinę energii świetlnej słońca w inne rodzaje energii, w wyniku których powstaje substancja organiczna, ani też sposobu zachowania się i reagowania zwierząt i roślin w różnych okresach ich życia, bądź umiejętności orientacyjne ptaków i innych zwierząt w przestrzeni.

W ciągu setek milionów lat przyroda, jako umiejętny selekcjoner, dobierała wśród świata zwierzęcego i roślinnego wszystko, co jest zdolne do przetrwania, eliminując formy niedoskonałe, niezdolne do życia. Człowiek uczy się u przyrody, przygląda się i wzoruje się na jej konstrukcjach. Tak np. przy budowie okrętów podwodnych lub samolotów, konstruktorzy wzorują się na odpowiednich kształtach ryb, ssaków morskich, ptaków, a nawet owadów.

Postępy naukowo-techniczne XX w., szczególnie przypadające na drugą połowę tego stulecia, stawiają coraz większe wymagania, przy eksploatacji naturalnych zasobów Ziemi, wód i kopalni, świata roślinnego i zwierzęcego. Czynna ingerencja człowieka, w ustabilizowaną przed wiekami równowagę w przyrodzie, pociągnęła za sobą szereg przykrych następstw. Zmusiło to człowieka do większej ostrożności, do szukania

sposobów pojednania z przyrodą, do bardziej troskliwego stosunku do otaczającego środowiska. Człowiek skierował również swe wysiłki na przekształcanie przyrody, w dążeniu do zmian warunków ekologicznych, korzystnych dla dalszej jego egzystencji.

Życie na Ziemi, włączając do tego również bytowanie człowieka, zależy nie tylko od reakcji fotosyntezy, lecz również od procesów przemiany energii zachodzącej pomiędzy roślinami a ich konsumentami — zwierzętami, jak również od bakterii, wirusów, grzybów i innych organizmów, rozkładających substancje organiczne. Nagromadzona przez rośliny zielone energia wykorzystywana jest przez inne organizmy zarówno podczas ich życia, jak i po ich obumarciu, zaś przy pełnym lub częściowym rozkładzie tkanek resztki te przyswajane są przez nowe pokolenia świata roślinnego. W ten sposób zabezpieczona zostaje nieustanność i ciągłość funkcjonowania całej struktury biosfery.

Dzięki właściwościom chlorofilu nastąpiło na Ziemi nagromadzenie się tlenu. Zielona roślinność lądów i oceanów stanowi naturalne laboratorium, regulujące występowanie tlenu i dwutlenku węgla w atmosferze. W chwili obecnej w skład atmosfery wchodzi ok. 21% tlenu i 0,03% dwutlenku węgla, reszta przypada na azot. Ustalono, że taki skład atmosfery ziemskiej ustabilizował się przed 50 mln lat. Zmiany mogące nastąpić w dotychczasowym składzie atmosfery, czyli powiększenie się ilości CO_2 mogą ujemnie wpłynąć na organizm człowieka i zwierząt. Toteż człowiek powinien coraz bardziej uwzględniać rolę zielonej rośliny w zabiegach praktycznych, mających przeobrazić przyrodę. Obliczenia dowiodły, że średniej wielkości drzewo może w ciągu 1 doby dostarczyć takich ilości tlenu, ile może wystarczyć dla oddychania 3 ludzi. Ludzkość zawdzięcza również zielonym roślinom nagromadzenie w głębi Ziemi i na jej powierzchni takich bogactw, jak węgiel brunatny lub kamienny, torf itp. Substancja żywa, stanowiąca całokształt wszystkich żywych organizmów Ziemi, obejmuje rośliny (fitobiomasę) i zwierzęta (zoobiomasę). Biomasa mórz stanowi ok. $3,10^{12}\text{t}$, zoobiomasę lądu jest znacznie mniejsza i stanowi tylko 1—3% całej fitobiomasy. W strukturze zoobiomasy przeważają bezkręgowce 95—99,5%. W żywym organizmie na tlen przypada 65—70% substancji, wodoru ok. 10% oraz na pozostałe składniki 20—25% substancji, tj. na ponad 70 różnych chemicznych pierwiastków. Wśród tej ogólnej liczby należy wyróżnić ponad 20, tak zwanych biofilów, tj. pierwiastków stanowiących niezbędny składnik żywej substancji, z tych należy wymienić m. in.: węgiel, wodór, tlen, azot, fosfor, siarkę, chlor, jod, sód, potas, żelazo, magnez, cynk i inne. Na tlen, węgiel, wodór i azot przypada 98% wagi substancji żywej.

Żywa substancja nie jest równomiernie rozmieszczona na Ziemi. Największą ilość fitobiomasy przypada na obszary wilgotnych lasów zwrotnikowych, — ponad 500 t na 1 ha; tajgi 300—400 t na 1 ha, stepy, sawanny, łąki górskie 125—150 t na 1 ha, tundry — 12,5—25 t na 1 ha, pustynie podzwrotnikowe i zwrotnikowe do 2,5 t na 1 ha. Również stopień organizacji żywej substancji na Ziemi jest różny. W. A. Kowda przyjmuje za niższy poziom organizacji żywej substancji istnienie biologicznie czynnych drobin zdolnych do samoreprodukcji. Dalsze stopnie organizacji życia to są: komórka, organizm, populacja i biogeocenoza. Populacja to całokształt osobników zwierząt lub roślin, należących do określonego gatunku, zasiedlających jakiś określony obszar na lądzie lub w wodzie, np. zbiornik wodny, łąka, masyw leśny itp. Na populację może składać się część określonego gatunku lub podgatunku roślin czy zwie-

rząt, nierzadko różniących się między sobą właściwościami biologicznymi i morfologicznymi.

Doświadczenia prowadzone nad sposobem życia zwierząt świadczą o występowaniu u nich mechanizmów biologicznych, jak zdolność samoregulacji, pozostających w zależności od zasobów pokarmowych, systemu sygnalizacji, ułatwiającego populacjom wykonywania czynności jednostki biologicznej. W tych też procesach zaznaczają się wzajemne oddziaływania i wzajemne zależności zachodzące pomiędzy żywymi organizmami a substancją nieorganiczną w biogeocenozie. Biogeocenozę stanowią zespoły roślin i zwierząt, znajdujących się między sobą w stałej współzależności i w bezpośrednim kontaktowaniu się z glebą i ze środowiskiem wodnym. Pogorszenie się warunków egzystencji niezwłocznie odbija się na zachowaniu się zwierząt, wchodzących w skład biocenozy, na ich rozmieszczeniu, na agresywności, wykorzystaniu większego asortymentu pokarmów, zwiększeniu się przyswajalności substancji pokarmowych.

Ekologiczne systemy mogą występować na różnych poziomach i różnić się między sobą wielkością, może to być, np. obszar zalesiony, niewielki zbiornik wodny lub ogromne jezioro, dorzecze systemu wodnego, wyspa, obszar stepowy lub pustynny, łąka, zarośnięty dół potorfowy, wzniesienie, obszar górzysty, zalew morski lub oceaniczny. Natomiast obszerne masywy leśne i puszcze, morza, pustynie, stopy, pasma górskie — są to ekosystemy gigantyczne, w obrębie których mogą istnieć i egzystować poszczególne biogeocenozy z charakterystycznymi dla nich zespołami roślinnymi i zwierzęcymi. W każdym systemie ekologicznym pomiędzy gatunkami i populacjami a nieorganicznym środowiskiem naturalnym utrzymują się określone współzależności i związki, określające ilościowe stosunki zachodzące pomiędzy żywymi organizmami. Zmiana warunków otoczenia, zwiększenie lub zmniejszenie się masy pokarmowej, polepszenie lub pogorszenie się wskaźników klimatycznych, przedstawianie się do biocenoz nowych gatunków, aktywna ingerencja człowieka ma wpływ na liczebność organizmów żywych lub niekiedy całkowicie niszczy istniejącą biogeocenozę, co stopniowo prowadzi do powstawania innych zespołów żywych organizmów.

Formowanie się biogeocenoz odbywało się nie tylko na naturalnych przyrodzonych obszarach, lecz również w krajobrazach kulturowych, na terenach zalesień, na polach uprawnych, pastwiskach, a także w parkach i w ogrodach oraz w sztucznych zbiornikach wodnych. Pierwszymi osiedleńcami mogą być różne owady w różnych systemach odżywiania się. Dokładne poznanie prawidłowości zjawisk zachodzących w systemach ekologicznych ma ogromne znaczenie praktyczne, gdyż może stać się naukową podstawą opracowania wytycznych dla ochrony przyrody oraz wykorzystania bogactw biologicznych dla dobra człowieka.

Wzajemne powiązania poszczególnych składników i zjawisk biosfery są różnorodne: pomiędzy żywą substancją a nieżywą materią, florą a fauną, prądami morskimi i powietrznymi a rozwojem fitobiomasy na poszczególnych kontynentach chodzi o wpływy radiacji słonecznej, czynników klimatycznych działających w różnych strefach naszej planety.

Las, woda i gleba stanowią razem jakby jedność potrójną, obecność wilgoci w glebie stanowi niezbędny warunek dla życia lasu i charakterystycznych procesów biologicznych zachodzących w glebie. Wyrąb lasu zmienia stosunki wodne w warstwie glebowej i może stać się główną przyczyną zanikania źródeł zaopatrzenia w wodę. Zmiany, zachodzące

w glebach uprawnych przy występowaniu procesów erozyjnych i zanieczyszczeń przeobrażają gatunkowy skład roślinności i wpływają na procesy pobierania przez nich wody. Znane są również wzajemne zależności świata roślinnego, jego struktury i ilości powstającej fitobiomasy od rocznych warunków meteorologicznych. Stąd wahania zachodzące w liczebności poszczególnych gatunków i populacji zwierząt oraz związane z tym migracje, w zależności od zarysowujących się w naturalnym środowisku warunków ekologicznych. Głębokie przeobrażenia można też obserwować w naturalnych biogeocenozach po pożarach leśnych i stepowych, zmianach zachodzących w ukierunkowaniu biegu rzek, w wyniku działalności tych lub innych zwierząt (np. bobry). Chociaż liczne transformacje zachodzące w biosferze i w biogeocenozach przebiegają w tempie bardzo powolnym, jednak stają się dostrzegalne po dłuższych okresach obserwacyjnych i dokładnej analizie.

Znane są przykłady wzajemnej zależności świata roślinnego, jego struktury i ilości nagromadzonej biomasy od rocznych warunków meteorologicznych, wahania w liczebności poszczególnych gatunków i populacji zwierząt, a także migracje tych spowodowane zmianą sytuacji zachodzącej w przyrodniczym środowisku ekologicznym. Głębokie zmiany można obserwować w naturalnych biogeocenozach po pożarach leśnych i stepowych. Chociaż żywiołowe zjawiska i procesy odnoszą się do części ekosystemów, to jednak zmiany w nich zachodzące wskutek wzajemnej zależności poszczególnych komponentów, przybierają masowy charakter dla danego obszaru. Liczne transformacje zachodzące w biosferze i w biogeocenozach odbywają się bardzo powoli, stają się widoczne dopiero po dłuższej obserwacji i dokładnej analizie. Zarastanie starorzeczy powoduje stopniowe wymieranie ryb i innych zwierząt wodnych oraz prowadzi do powstania bagien i mokradeł o zmienionym składzie świata zwierzęcego i roślinnego. Cykliczne wahania klimatyczne w określonej strefie geograficznej, następujące odchylenia pogody wpływają na gatunkowy i ilościowy skład zwierząt i roślin, odbijają się na bilansie wodnym Ziemi poszczególnych dzielnic i obszarów geograficznych, zmieniają oblicza krajobrazów, wpływają na procesy biologiczne zachodzące w glebie, przyspieszają lub opóźniają szybkość powstawania fitobiomasy. Można proces taki obserwować nie tylko na roślinności zielonej, lecz również na grubości przyrostu wtórnego drzew. Leśnicy określają nawet warunki meteorologiczne na podstawie obliczeń przyrostów pierścieni rocznych drewna. Należy przyznać, że liczne współzależności w przyrodzie nie zostały jeszcze dostatecznie wyjaśnione. Dopiero niedawno biologowie i medycy zauważyli, że rozpowszechnienie niektórych chorób występujących u człowieka, zwierząt i roślin uwarunkowane jest brakiem lub nadmiarem występowania na danym obszarze niektórych związków chemicznych lub pierwiastków.

Różnorodne są procesy wzajemnych powiązań i stosunków panujących w biosferze i w biogeocenozach, lecz zasadniczym czynnikiem jest oddziaływanie promienistej energii słonecznej, powodującej złożone reakcje chemiczne, a za ich pośrednictwem różne procesy biologiczne. Stałość wzajemnych oddziaływań w biosferze, podobnie jak w przyszłości tak i w obecnej epoce geologicznej, polega na nie kończących się przeobrażeniach substancji w przyrodzie. Lecz i w tym przypadku praprzyczyna tkwi w energii słonecznej. Zdolność przystosowania, adaptacja organizmów żyjących do zewnętrznego środowiska ma ważne znaczenie dla świata organicznego, gdyż pozwala licznym gatunkom i populacjom przeżywać

w zmienionych warunkach, jak również przeciwstawiać się działaniom człowieka, skierowanym na niszczenie niepożądanych zwierząt, roślin i mikroorganizmów. Tak np. niektóre szkodniki upraw rolniczych, poddawane rokrocznie oddziaływaniu określonych substancji trujących, stają się na te czynniki niepodatne, niewrażliwe i odporne.

Powstawaniu biomasy towarzyszą znaczne ilości zużycia energii. Przy rozkładzie substancji organicznej, zawarta w niej, powstała na drodze fotosyntezy energia słońca wyzwala się i zostaje wykorzystana przez nowe pokolenia roślin, zwierząt i mikroorganizmów. Obliczono, że energia wypromieniowana przez słońce stanowi ok. $1,1 \times 10^{26}$ kal/sek. Z tej ilości ziemia otrzymuje tylko jedną dwumiliardową część, a rośliny zielone akumulują tylko 1—2% energii słonecznej przedostającej się na Ziemię. Stąd na łądzie w ciągu roku następuje synteza ok. $1,5\text{—}5,5 \times 10^{10}$ t fitobiomasy.

Nieustanność ruchu i wzajemnego współoddziaływania zasadniczych składników przyrody, wzajemne współzależności tych wszystkich procesów, kojarzą się ze stosunkową trwałością form życiowych. Tak W. I. Wernadski uważał, że poszczególny gatunek organiczny może egzystować ok. 30 mln lat. Stałość form egzystencji żywej substancji określa się licznymi czynnikami wzajemnego oddziaływania żywego organizmu i środowiska nieorganicznego, zdolnością rozpuszczania i przyswajania określonych substancji i pierwiastków, zdolnością wykonywania reakcji fizykochemicznych, rozwoju zdolności reprodukcyjnych. Wzajemne zależności wchodzących w skład biosfery składników żywych i nieorganicznych, stałość i plastyczność systemów biologicznych określają zdolność biosfery do samoregulacji, utrzymania ustalonej równowagi, tak w całej przyrodzie, jak i w poszczególnych systemach ekologicznych.

Biosfera oraz systemy ekologiczne nigdy nie pozostawały w stanie statycznej niezmienności. Odchylenia od ustalonej równowagi i przekształcenia spowodowane naturalnymi czynnikami, które miały miejsce w określonej biogeocenozie nie zawsze pociągały za sobą skutki zgubne dla żywych organizmów. Rośliny i zwierzęta ulegały ewolucji, zaś spośród populacji wyodrębniały się nowe gatunki. Biogeocenozy zmieniały swoją strukturę. Krajobrazy przybierały inny wygląd pod wpływem zmiany procesów krążenia w przyrodzie wody i pierwiastków chemicznych. Pod wpływem substancji żywej ulega zmianom twarda skorupa Ziemi, ulega transformacji chemicznej skład wody i dolnych warstw atmosfery. W historii Ziemi istniały okresy krytyczne dla wielu gatunków zwierząt i roślin. Zmiany klimatyczne, niejednokrotne okresy lodowcowe, powodowały wyginięcie licznych gatunków. Od czasu pojawienia się na Ziemi człowieka, posługującego się narzędziami pracy, na biosferę zaczął oddziaływać nowy czynnik — czynnik antropogeniczny. Rozpoczęło się szybkie przeobrażanie systemów ekologicznych istniejących od długich tysiącleci. Rozwój nauki i techniki, postępy przemysłu wysunęły przed człowiekiem nowe zadania, np. udoskonalania roślin uprawnych, polepszania rasy zwierząt domowych. Droga doboru sztucznego zaczęto otrzymywać nowe odmiany kultur polowych i ogrodowych oraz ras zwierzęcych. Nieodłączną częścią postępu techniczno-ekonomicznego stał się gigantyczny wzrost środków transportowych, samochodów i samolotów oraz różnych rodzajów łączności. Pozwoliło to na wykorzystanie odległych obszarów kuli ziemskiej. W ostatnich latach przyczyniły się do ujarzmnienia przyrody technika elektroniczna i kosmiczna z szerokimi możliwościami rozpoznawania bogactw naturalnych, co w dalszym ciągu przyspie-

sza dalszą ofensywę na środowisko otaczające. W związku z szybkim rozwojem różnych gałęzi gospodarki narody świata, szczególnie industrialnie rozwiniętych państw, z zaniepokojeniem i z obawą zwracają uwagę na stan otaczającego środowiska. Zmiany zachodzące w przyrodzie, w systemach ekologicznych, krajobrazach wywołują zrozumiały niepokój.

Postęp naukowo-techniczny, przysparzający człowiekowi tyle dóbr, pozwalający szybko opanować ziemskie i pozaziemskie przestrzenie, przenikać tajemnice mikroświata i procesów biologicznych, przyczynia się do niepożądanych następstw. Nad dużymi miastami i kompleksami przemysłowymi gromadzą się zawiesiny szarych obłoków, dymów i gazów. Na skrzyżowaniach wielu ulic i na przystankach wdychamy nieprzyjemne zapachy wydobywające się ze środków lokomocji. Liczne rzeki i jeziora utraciły swoją przezroczystość, zmniejszyły się w nich zasoby ryb. Coraz to rzadziej spotyka się nad wodami dzikie ptactwo. Niegdyś malownicze krajobrazy zeszpecone zostały wyrwami i wyłobieniami, wybojami i zspiskami śmieci. Do mieszkań, gdzie człowiek pragnie wypocząć po całodziennym dniu pracy, gdzie szuka spokoju i ciszy, dokućliwie przedostają się szmery uliczne. Zachwiane zostało przeświadczenie człowieka o niezmienności środowiska otaczającego, wiara w niezmienną stałość składników bogactw naturalnych, w zdolność samej przyrody utrzymywania równowagi. Obserwacja i analiza naukowa wskazują, że powstały przed miliardami lat mechanizm kierowania biosferą ujawnia swoje słabości i wymaga naszej opieki oraz uwagi ludzkiej. Ludzkość, chociaż nie zapoznała się jeszcze ze wszystkimi procesami zachodzącymi w biosferze, stara się szybciej poznać tajniki przyrody. Jednak zdobywając panowanie nad przyrodą, człowiek tym samym osiągnął krawędź kryzysu ekologicznego. Zdobywając kolosalne ilości energii przy rozszczepieniu atomów uranu i innych radioaktywnych metali, człowiek zaczął się zastanawiać, jak zabezpieczyć nienaruszalność środowiska, w którym przebywa, jak uniknąć ujemnego wpływu zmian na organizm ludzki. Problemy współistnienia człowieka i otaczającej go przyrody zaczynają zajmować umysły naukowców, działaczy społecznych i państwowych. Wzrasta zainteresowanie zagadnieniami jakości środowiska wśród najszerzych warstw społeczeństw, szczególnie państw rozwiniętych. Powstaje zagadnienie czy oddziaływanie cywilizacji na środowisko otaczające człowieka nie dojdzie do takich rozmiarów, że może wyrządzić niepowetowane skutki. Takie szkody zagrażające systemowi bezpieczeństwa życia narodów na poszczególnych obszarach kuli ziemskiej, a następnie całej planety. Należy jeszcze podkreślić, że zaniedbanie środowiska zewnętrznego komplikuje się jeszcze tym, że niektóre bogactwa przyrodzone i zasadnicze składniki biosfery nie podlegają jurysdykcji poszczególnych państw, lecz stanowią własność wspólną, jak np. Ocean Światowy, atmosfera, stratosfera, opancerzone lodowcami bieguny ziemskie. Należy przyznać, że poważnej troski w tych sprawach ludzkość dotychczas nie przejawia, ograniczając się jedynie do akademickich polemik o ważności tych zasobów dla życia ludzi na Ziemi. Widoczne jednak już jest, że stan środowiska pozostaje w zależności od stanu klimatu na całej kuli ziemskiej oraz w każdej poszczególniej strefie lądów i morza. Należałoby jeszcze omówić sprawę „zielonej rewolucji”, dzięki której ludzie na Ziemi mogliby być całkowicie zabezpieczeni w żywność. Charakterystyczną cechą współczesnego postępu naukowo-technicznego drugiej połowy XX w. jest znaczny wzrost produkcji zbóż. W wielu państwach skok ten uzyskał nazwę „zielonej rewolucji”. Jeśli jeszcze 20 lat temu urodzaje pszenicy,

ryżu, kukurydzy mieściły się w państwach przodujących Europy i Ameryki Północnej, w granicach 18—30 cnt z 1 ha, to obecnie potencjalne możliwości tych urodzajów i faktyczne możliwości upraw zbożowych, zbliżają się do 100 cnt z 1 ha. „Zielona rewolucja” mogła być zrealizowana dzięki kompleksowi różnych czynników opracowanych przez naukę, jak uzyskanie nowych wysoko produkcyjnych odmian upraw rolniczych, zastosowanie wysokiej ekonomicznej agrotechniki i zwiększenie gospodarności, wzrostu użycia nawozów mineralnych i organicznych, zmniejszenie strat produkcyjnych, prowadzenie efektywnej walki ze szkodnikami i chorobami, polepszenie zabiegów uprawowych, wdrażanie różnych sposobów melioracyjnych. Oprócz tego przeprowadzone zostały prace praktyczne nad pozyskaniem nowych odmian oraz krzyżówek roślin uprawnych.

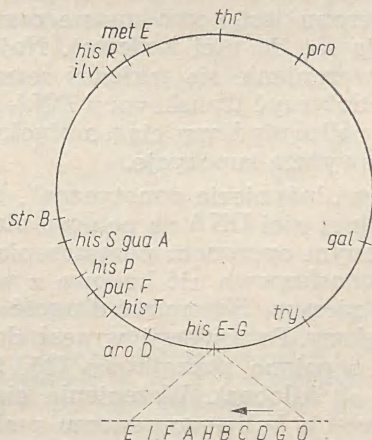
W 50—60 latach bieżącego stulecia naukowe instytuty rozwinęły działalność w celu wykorzystania mikroorganizmów do pozyskania większych ilości białka. Opracowano produkcję artykułów spożywczych z grzybów drożdżowców, hodowanych na węglowodorach pozyskiwanych z ropy naftowej, tak że z 2 t ropy naftowej można otrzymać 1 t wysoko wartościowego białka. Produkcja białek za pomocą mikroorganizmów z ropy naftowej wyszła już z fazy eksperymentowania, przekroczyła progi różnych instytutów naukowych i laboratoriów i przedostała się już do fabryk (ZSRR, USA, Francja, Anglia, Indie). W chwili obecnej trwają usilne poszukiwania w celu otrzymania syntezy produktów spożywczych z dwutlenku węgla, wodoru, tlenu i wody. W tym kierunku zrobione już zostały pierwsze kroki. Przeprowadzane są doświadczenia nad użytkowym wykorzystaniem chlorofilu roślin. Naukowcy koncentrują uwagę nad reprodukcją drogą sztucznej fotosyntezy. Wybitny fizyk F. Joliot-Curie stwierdził swego czasu co następuje: „Chociaż wierzę w przyszłość energii atomowej i jestem przekonany o ważności tego odkrycia, jednak uważam, że prawdziwy zwrot, przewrót w energetyce nastąpi tylko wtedy, kiedy będziemy mogli urzeczywistniać masową syntezę związków analogicznych do chlorofilu lub nawet wyższych wielkości”.

LITERATURA

- [1] Commoner Barry, — *The closing circle*. Natur, Man, Technology, s. 278 New Jork 1971
- [2] Bauer L., Weinitschke H., — *Landschaftspflege und Naturschutz*, ss. 247, — Jena 1967
- [3] Ehrenfeld, Dawid W. Biological conservation, s. 253 New Jork 1970
- [4] Mitruszkin K. P., Szaposznikow L. K., — *Człowiek i przyroda*, Izdat. Znaniye, s. 142, Moskwa 1974.

TRANSPOZYCYJNE SYSTEMY DNA

Od dawna rozróżniano mutacje zwykłe i polarne. Ilustracyjnym przykładem bywa operon histydynowy bakterii *Salmonella typhimurium* (rys. 1). Kolisty genom (chromosom) tej bakterii zawiera operon his z szeregiem cistronów (genów kodujących sekwencje aminokwasów w białkach) czynnych w syntezie histydyny. Cistrony przyjęto oznaczać literami G do E.



Rys. 1. Genom (chromosom) bakterii *S. typhimurium* przedstawiony jako schematyczne koło (za W. Gajewskim) z zaznaczeniem lokalizacji niektórych genów. Operon his (O, G — E) jest przedstawiony w powiększeniu. O — region regulacyjny zawierający promotor i operator. Kierunek transkrypcji wskazany strzałką

Cistrony operonu bywają transkrybowane wspólnie, począwszy od regionu regulacyjnego (O). W przypadku pojawienia się mutacji zwykłego typu w regionie któregoś z cistronów, ekspresja danego produktu (białka) zostaje zmieniona lub zahamowana. Pozostałe cistrony natomiast ulegają prawidłowej ekspresji. W razie pojawienia się mutacji polarnej, dochodzi nie tylko do zmiany czynności genu, którego DNA jest siedliskiem mutacyjnej zmiany, ale oprócz tego stwierdza się osłabioną ekspresję wszystkich genów „dystalnych”. Jeżeli (rys. 1) mutacja dotyczy regionu O albo cistronu G (pirofosfatazy), wszystkie produkty operonu mają obniżoną aktywność. Natomiast w przypadku zmutowania, powiedzmy, genu H (amidotransferazy), ekspresja genów G, D, C, B jest prawidłowa, zaś dalszych upośledzona. Obniżenie aktywności produktów dystalnych cistronów wynosi 10—50% normalnego ich poziomu. Przyczyna tego cieniowego wpływu bywa przypisywana pojawieniu się w genomie sekwencji nonsensowych, ale rzecz nie jest jeszcze jasna [8].

W początkach bieżącego dziesięciolecia wykryto nowy rodzaj polarnych mutacji [28, 30], cechujących się bardzo silną, gdyż 100 i 1000-krotną depresją. Dojrzano je najpierw w operonie galaktozy pałeczki okrężnicy (*E. coli*). Za regionem operatora znajdują się w nim trzy cistrony dla enzymów epimerazy, transferazy i kinazy. Gdziekolwiek zmiana byłaby usadowiona, ekspresja kinazy była zawsze zmniejszona. W razie usadowienia w regionie regulacyjnym, albo w cistronie epimerazy, aktywność wszystkich enzymów wykazywała bardzo niski poziom.

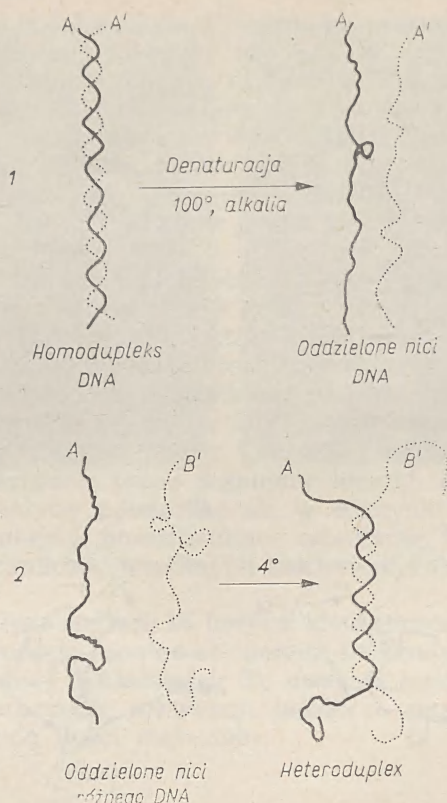
Wkrótce wykryto podobne mutacje w innych operonach *E. coli*, jak też w jej plazmidach i wirusach [6, 11, 18, 30], potem u innych bakterii. Obok silnej polarności mutanty miały inne zaskakujące cechy. Nader często dochodziło do rewersji, po których zmutowany gen okazywał się w pełni normalny, zaś efekt cieniowy znikał kompletnie. Niektóre czynniki mutagenne powodowały wzrost częstości rewersji. Zwykle mutacje bywają następstwem zmian w ciągu mononukleotydów DNA i przywrócenie stanu wyjściowego jest zjawiskiem skomplikowanym i rzadkim. Toteż szczególnie zachowanie się mutantów zdawało się wskazywać, że przytłumienie czynności operonu jest powodowane przez jakieś cząstki, które odwracalnie włączają się do nici kodowej. Najprawdopodobniejszym przypuszczeniem było wczepienie się jakiegoś segmentu DNA. Cieniowe przytłumienie mogłoby dotyczyć transkrypcji DNA na RNA albo też translacji kodu mRNA na polipeptydowy ciąg aminokwasów białka. Bardzo szybko potwierdzono powyższe supozycje.

Przyszła tu z pomocą „inżynieria genetyczna”, tj. technika przeszczepiania odcinków podwójnej nici DNA za pomocą plazmid i wirionów. Odcinek DNA ze zmutowanym operonem przeszczepiano na genomy bakterii lub plazmid. Elektronoskopowo nie kodowa z wszczepionym segmentem nie wyróżniała się niczym. Natomiast długość i ciężar zmutowanego segmentu stawał się większy. Po rewersji wracał do normy. Masę wczepionego odcinka DNA oceniono początkowo [25, 30] na 500—2000 par mononukleotydów (0,5—2 kilobaz). Wczepienie się nowego ciągu DNA wymaga naturalnie rozcięcia kolistego genomu recipienta.

Ponieważ wczepiające się odcinki miały dostatecznie wielkie rozmiary, więc szereg autorów [11, 32] zastosował do nich metodę heterodupleksu. Początkiem postępowania jest rozbiecie podwójnej spirali i uzyskanie dwóch oddzielnych nici DNA. W tym celu badany DNA poddaje się denaturacji, np. w silnych alkaliach albo przez podgrzewanie do 100°. Rozszczepione nici są separowane przez wirowanie w gradientach CsCl z dodatkiem specjalnych polinukleotydów. Użykuje się osobno nici prawą (A) i lewą (A'). Elektronoskopowo nie różnią się one od siebie, choć mają ważne różnice czynnościowe. Oddzielone nici (rys. 2) dają się po zmieszaniu łatwo renaturować, czyli powrotnie łączyć na komplementarne pary (homodupleksy).

Dalsze postępowanie zależy od posiadania odcinków DNA zawierających poszukiwane sekwencje mononukleotydów. I te wzorcowe odcinki poddaje się denaturacji i separacji. W razie obecności homologicznych sekwencji, po zmieszaniu ze sobą pojedynczych nici różnych DNA, dochodzi do tworzenia się odcinków heterodupleksów, które można dojrzeć elektronoskopowo. Rys. 3 przedstawia przykłady wykrycia dwóch rodzajów sekwencji powodujących mutacje w genomach plazmid R6 i phi 80d.

Na oznaczenie segmentów DNA powodujących polarne mutacje przyjął się symbol IS (insertion sequence). Mianownictwo jednak nie jest usta-



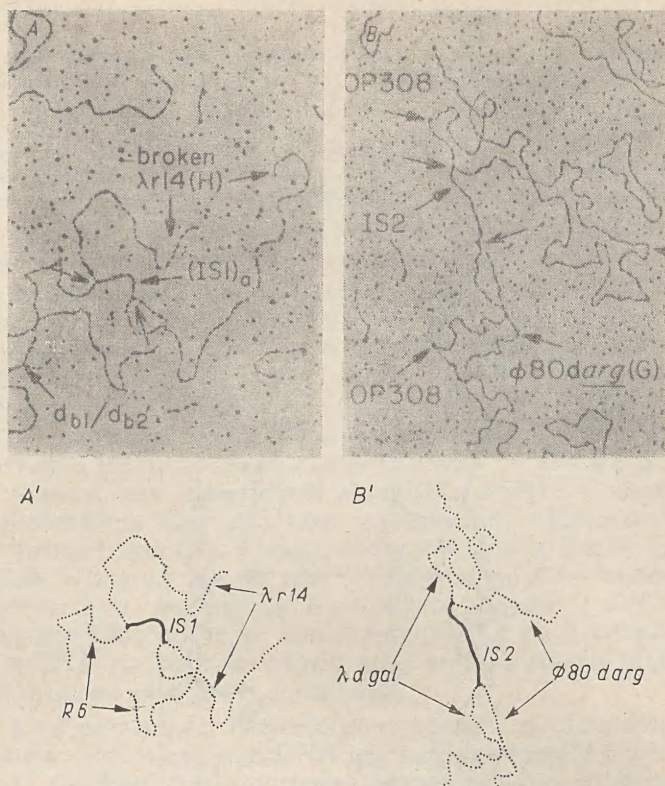
Rys. 2. Schemat zasadniczych czynności w metodzie heterodupleksów

1 — badany DNA (podwójna spirala — homodupleks) jest denaturowana, po czym nici prawa (A) i lewa (A') separowane przez wirowanie. Podobnie postępuje się z odcinkiem wzorcowego DNA, zawierającym poszukiwaną sekwencję (B, B'). 2 — w roztworze zawierającym pojedyncze nici badanego DNA (A) i przeciwne nici DNA wzorcowego (B') dochodzi do odcinkowego łączenia się homologicznych sekwencji na heterodupleksy

lone. Szkoła Saedlera posługuje się stale mianem „mutacji insercyjnych” (insertion mutations), chociaż jest jasne, że IS nie są mutacją, a tylko powodują mutacyjny efekt. Niektórzy (Hu i wsp.) mówią wprost o „sekwencjach DNA”.

Od początków wiadano, że istnieje więcej niż jeden rodzaj IS [6, 11, 32], mówiono też o małych (częściej spotykanych) i większych. Stopniowo nauczono się je klasyfikować, gdyż różniły się długością, sekwencją zasad i powodowały różne efekty genetyczne. Dotąd jednak głównym sposobem ich wykrywania jest metoda heterodupleksów. Trzeba obecnie uznać że istnieją trzy rodzaje: IS1, IS2 i IS3. Niektórzy [13, 14] przyjmują istnienie IS4. W badaniach specjalizują się dwa zespoły: kalifornijski z tamtejszego Institute of Technology i Uniw. Stanford (Ptashne, Cohen, Davidson, Hu), oraz grupa pod przewodnictwem H. Saedlera z Institut für Genetik Uniw. w Köln.

Ogólnie biorąc, IS są uważane za segmenty podwójnej spirali DNA, pojawiające się w genomach bakterii i ich plazmidach, łatwo przenoszące się z chromosomu na chromosom i zmieniające miejsce w tym samym ge-



Rys. 3. Przykłady (wycinki) mikrofotografii DNA z segmentami heterodupleksów IS1 i IS2 wykonanych przez S. Hu i wsp. [13]

A, A' — jako wzorec służył DNA faga lambda r14 noszący segment mutacyjny IS1. Badaniu poddano DNA plazmidy R6. Kopia (A') ułatwia znalezienie elementów: dupleksowy odcinek linią ciągłą, pojedyncze nici DNA linią kropkowaną. Długość segmentu dupleksu ok. 0,8 kb. B, B' — utworzenie heterodupleksu pomiędzy pojedynczą nicią faga lambda typu dgalOP::IS2-308, zawierającego segment IS2, a fagiem phi 80darg(G). Oznaczenia jak w A. Długość dupleksu ok. 1,3 kb

Tabela 1

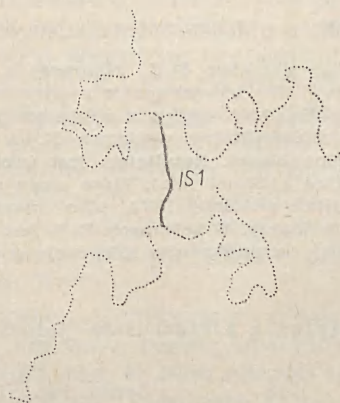
Cechy znanych IS. Długości niejednakowe według różnych autorów

Symbol	Długości w kilobazach	Genomy, w których stwierdzono obecność IS	Niektóre jednostki wzorcowe
IS1	0,75–0,84	<i>E. coli</i> K-12 średnio po 8 kopii [24], region rybosomowy str-spc <i>E. coli</i> [15,27], fagi lambda, czynniki F i R	lambda r14, TN102, OP306, OP141, OP128, TN116, R1-drd19
IS2	1,17–1,42	<i>E. coli</i> średnio po 5 kopii [24], region rybosomowy str-spc <i>E. coli</i> [15,27], fagi lambda, czynniki F i R	lambda gal OP308, r32, F104=dgal OP: IS2
IS3	1,3–1,4	fagi lambda, czynniki F i R	lambda plac MS505

nomie. Ich długość byłaby rzędu 1% genomu plazmidy albo 1/10000 bakterii. Ich zasadniczą cechą byłaby zdolność do rozszczepiania nici DNA i insertowania się do przerwanego miejsca, a także do ekscyzji z równoczesnym przywróceniem chromosomu do stanu pierwotnego. Zachowanie się to przypomina plazmidy i wiriony. Czymś bardzo zbliżonym do IS są również niektóre krótkie odcinki DNA, jak region tetr-R niektórych czynników R [22], albo jak segmenty Tn A [10]. Liczni badacze widzą też analogie do fagów Mu [12], które w stanie integrowanym powodują zmiany funkcji operonu.

W analogii do innych podobnych objawów, transpozycji segmentów IS należy przypisać cechy operacji katalizowanej enzymatycznie. Wobec szczególnych cech IS, enzymy — których dotąd nie wykryto — musiałyby mieć również specjalny charakter. Powszechnie uważa się, że powinny one działać podobnie do endonukleaz restrykcyjnych, które rozpoznają specyficzne dla siebie segmenty DNA i rozszczepiają je z pozostawieniem lepkich końców (rys. 5 i 6). Tak więc segment insercji IS byłby obustronnie oflankowany przez segmenty lepkich końców (palindromy). Segmenty te musiałyby powtarzać się w różnych miejscach chromosomów, stanowiąc miejsca umożliwiające osiedlenie IS i będące rodzajem strukturalnych łączników, wspólnych bakteriom różnych gatunków i ich plazmidom.

W ramach każdego rodzaju IS byłyby identyczne. Nie da się tego obecnie osądzić z pewnością, ponieważ metoda heterodupleksów nie zezwala na uchwycenie pełnej dokładności. Tę ostatnią można by uzyskać przez biochemiczne wyznaczenie sekwencji zasad, co zależy z kolei od otrzymania dostatecznych ilości materiału.

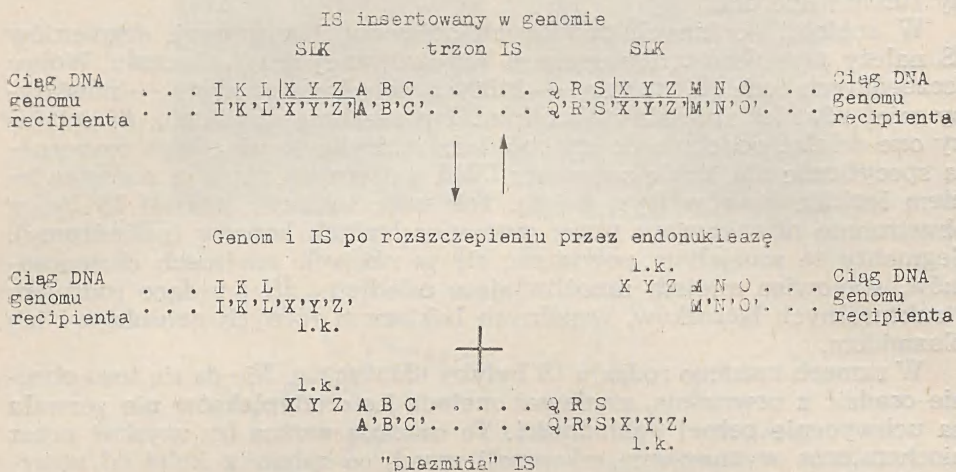


Rys. 4. Kopia elektronoskopowego obrazu heterodupleksu odrysowana z mikrofotografii H. J. Hirscha

Heterodupleks otrzymano przez zespolenie dwóch lewych nici fagów dgalOP_{in}306 (nosiciela IS1) oraz dgalTN116 (nosiciela również IS1). Kopia przedstawia tylko część mikrofotografii. Obie nici, jako lewe, nie mają regionów homologicznych. Skoro insercja IS1 tworzy heterodupleks, orientacja jej pojedynczych nici musi być w genomach przeciwnie skierowana

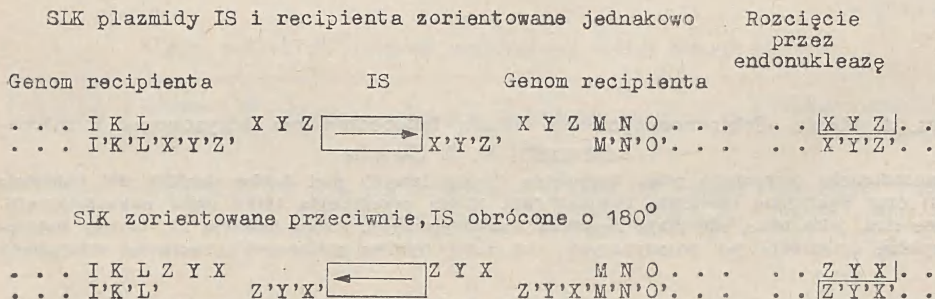
Jak nadmieniono, IS różnią się także efektem genetycznym. Zaskakująca różnica istnieje tu pomiędzy małymi IS1 i większymi IS2 i IS3 [26]. Różnica ta jest związana z inną jeszcze cechą IS, polegającą na zdolności do insertowania się w różnych kierunkach orientacyjnych w danym genomie. Kierunkowość stwierdzono w różny sposób [6]. Przykład jed-

nego ze sposobów jest przedstawiony w rys. 4, innego w rys. 7D. Obecność różnych grup dodatkowych w badaniu heterodupleksami pozwala porównać ze sobą kierunki układania się nici. Jeśli odcinki wzorcowe są krótkie, miarą orientacji może być długość pojedynczych kikutów doczepionych do dupleksu. Różnymi tymi sposobami stwierdzono, że każdy rodzaj IS może osiedlać się w różnym kierunku w chromosomie. Przekonano się przy tym, że różnica orientacji może być związana z różnym wpływem na operon.



Rys. 5. Schemat (hipotetycznego) oskrzydlenia trzonu IS przez segmenty lepkich końców (SLK) o układzie mononukleotydów $\begin{matrix} XYZ \\ X'Y'Z' \end{matrix}$

Litery X, Y, Z oznaczają zasady dupleksu SLK złożonego z trzech par (trymeru). Litery A — S oznaczają mononukleotydy albo ich sekwencje o określonym kierunku. Jako kierunek orientacji ciągu DNA można przyjąć bieg zgodny z alfabetem. Prim (X', A' itd.) oznacza zasady względnie ciągi zasad komplementarne względem X, A itd. Kreska łamana oznacza miejsce rozszczepienia przez endonukleazę. Rezultatem jest tworzenie się odcinków pojedynczych nici DNA będących lepкими końcami (l.k.), które mogą zamykać się komplementarnie tworząc pierścień podwójnej spirali molekuly DNA, albo szczebiać się z innymi komplementarnymi końcami, tworząc rekombinanty. W schemacie SLK jest trymerem. Endonukleazy mogą rozpoznawać znacznie bardziej skomplikowane sekwencje o układzie palindromów [19, 34]



Rys. 6. Schemat układów prowadzących do inwersji IS

Symbolizacja jak w rys. 5. Zamiast ciągu zasad, trzon IS przedstawiony jako prostokąt z kierunkową strzałką. Zależnie od stosunku orientacji zasad SLK w chromosomie IS i recipienta, może dochodzić do insertowania się IS w kierunku zgodnym (II) albo przeciwnym (I)

Określenie orientacji jest umowne. Liczni autorzy [13, 14, 22] stosują tu symbol i jego prim (np. IS1 i IS1'). H. Saedler i wsp. przyjęli natomiast symbole I i II. Schematy z rys. 5 i 6 przedstawiają przykładowe sekwencje mononukleotydów (zasad) w segmentach IS w symbolizacji zapożyczonej od Wilsona i Thomasa.

Wiadomo obecnie, że IS1 wszczepiają się do różnych genomów z jednakową częstością w obu kierunkach orientacyjnych. Ich efekt czynnościowy jest w obu kierunkach silnie polarny i jednakowy. Obok tego cieniowego efektu, IS1 zdają się różnić od innych następstwami rewersji [23]. Przynajmniej w niektórych przypadkach rewersja IS1 prowadzi do bardzo częstych delecji w miejscu ich insercji. Świeże to spostrzeżenie wymaga potwierdzenia i wyjaśnienia.

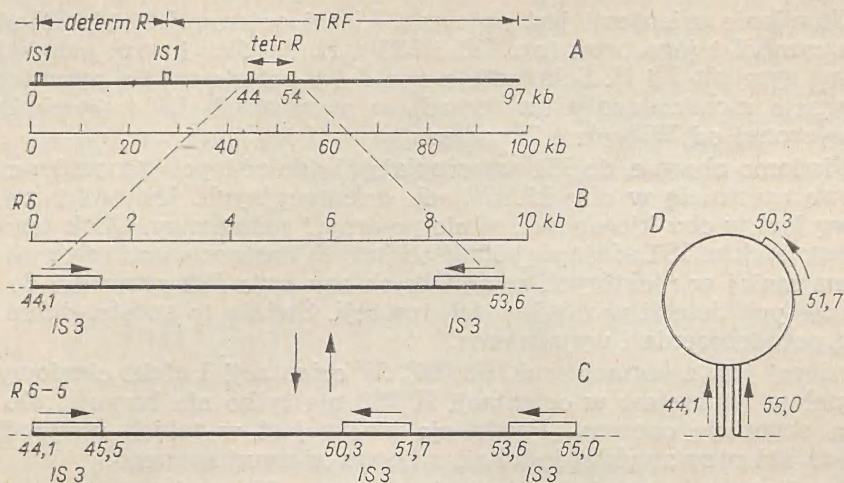
Inaczej jest z segmentami IS2 [26]. W orientacji I efekt cieniowy IS2 jest pełny. Natomiast w orientacji II IS2 nie tylko nie hamuje, ale wyzwala ekspresję operonu. Produkcja białka jest w takich przypadkach pędza niż przy zwykłej indukcji operonu niezmutowanego.

Rezultat ten odpowiada hipotezie, że trzon IS zawiera region o charakterze promotora, który może być uruchomiony: odpowiednia polimeraza RNA może od niego rozpocząć transkrypcję. Gdy kierunki czynnościowe regionów regulacyjnych operonu i insertowanego IS2 są przeciwne, dochodziłoby do blokady ekspresji. Nie wytłumaczony pozostawałby wówczas efekt IS1, jednakowy w obu orientacjach.

Podobnie zdaje się zachowywać insercja IS3. Efekt hamujący zdaje się tu zależeć od sąsiedztwa dwóch IS3. Segmenty te zdają się związane z transpozycją i z hamowaniem ekspresji. Musimy tu przedstawić sprawę transpozycji niektórych elementów DNA. Oto już w 1961 r. Watanabe i Fukusawa [5] wyrazili przypuszczenie, że w genomach plazmid R czynniki rezystencji są ze sobą zespolone regionalnie. W ostatnich latach stało się jasne [5, 27], że plazmidy F i R mają dwa oddzielne obszary czynnościowe. Jeden z nich zawiera grono genów esencjonalnych [29], mianowicie cistrony dla białek pilusa i innych czynników związanych z transpozycją plazmidy. U czynników F region ten nazwano segmentem tra (genów transpozycji), u czynników R — segmentem RTF (resistance transfer factor). Region esencjalny cechuje się względną trwałością, ma stałą taką samą sekwencję cistronów. Istnieje bliskie podobieństwo segmentów tra F i RTF niektórych R.

Drugi obszar czynnościowy, „genetycznie nieaktywny” [29], można by scharakteryzować jako zmienny region gościnny. Elementy jego są wymienne i co najmniej część jest w nich obcego pochodzenia. U czynników F (wówczas F') zawiera on fragmenty DNA genomu gospodarza, oderwane od niego w trakcie desintegracji. Porwaniu ulegają najczęściej operony sąsiadujące z miejscem integracji plazmidy w chromosomie bakterii-gospodarza. Podobne zjawisko porywania sąsiednich operonów znane jest u bakteriofagów. Plazmidy R w regionie gościnnym mieszczą geny rezystencji, warunkujące syntezę białka enzymów wpływających na toksyczność leków. Region ten nazwano determinantą R.

Podobieństwo regionów esencjonalnych plazmid F i R liczni badacze rozumieją jako rezultat ich wspólnego ewolucyjnego pochodzenia, a to na drodze rekombinacji „aktywnego czynnika płciowego” [29] z różnymi regionami DNA bakterii-nosiciela. Istotą aktywnego czynnika płciowego jest posiadanie cistronów umożliwiających produkcję białka pilusa i całości organu koniugacji, względnie zdolności do transdukcji DNA.



Rys. 7. Schemat genomu niektórych typów plazmid R. Genomy ich mają postać pierścieni, w schemacie przedstawione liniowo w rozcięciu

Lokalizacja wyznaczona w kilobazach (kb) licząc od umownego punktu zerowego. IS są oznaczone jako bloki, chociaż w nici genomu nieznaczają się. A — plazmidy R6 z regionem TRF i determinantem R, oraz dwiema IS1 i odcinkiem tetr-R warunkującym odporność na tetracyklinę. B — segment tetr-R w powiększeniu, oskrzydłony przez IS3. C — mutant plazmidy R6 o symbolu R6-5, posiadający dodatkową insercję IS3. D — szczególna postać segmentu tetr-R, pojawiająca się, gdy po denaturacji i separacji, jedna z komplementarnych nici pozostaje sama w roztworze: tworzy się wewnątrzcząsteczkowy dupleks dwu sąsiadujących i przeciwnie zorientowanych IS3

Oddzielność regionów RTF i determinant R zaznacza się nie tylko ich czynnościową strukturą, ale także zdolnością do separowania się, czyli dysocjacji. W pewnych okolicznościach każdy z tych regionów istnieje jako oddzielna cykliczna jednostka. Tu właśnie IS zdają się pełnić jakąś istotną, choć mało jeszcze poznaną rolę.

Na granicy segmentów esencjonalnego i gościnnego plazmid R stwierdzono obecność IS1. Ich lokalizację wskazuje rys. 7. Istnieje ogólne przekonanie, że dysocjacja czynnościowych regionów zachodzi w obrębie segmentów IS1 [22].

Plazmidy typu R6 (rys. 7) mają w regionie 44—54 kb parę przeciwnie zorientowanych IS3. Oskrzydłają one fragment nici DNA zawierający geny warunkujące odporność na tetracyklinę. Bakterie noszące R6 są na ten lek odporne. Region tetr-R ulega częstemu przeniesieniu na inne plazmidy i może wszczepiać się do genomu bakterii. Wraz z tetr-R przenosi się odporność na tetracyklinę. W regionie tetr-R może osiedlać się trzeci segment IS3. Powiększa to rozmiary segmentu (rys. 7), ale wraz z tym odporność zostaje zniesiona. W genomie plazmidy R6-5 ekspresja genów tetr-R jest zahamowana. Trzecia insercja IS3 może ulegać rewersji. Spontanicznie zdarza się to rzadko. Natomiast zachodzi zawsze w przypadku infekcji wrażliwej bakterii przez czynnik R6-5. W akcie zakażenia czynnik R6-5 przeistacza się na R6 i odporność bakterii, a więc ekspresja tetr-R, zostaje przywrócona.

Widać, że segmenty IS bywają czynne co najmniej dwojako. Jakaś istotna, ale trudna do ujęcia rola przypada im w akcie transpozycji seg-

mentów DNA. Oprócz tego, ich własna kierunkowość wpływa na ekspresję operonu. Niektórzy uważają to za wpływ regulacyjny [26].

F. Hefron i wsp. wskazują na podobieństwo tetr-R z jednej strony do IS, z drugiej do segmentu nazwanego TEM, albo transpozonom Tn A. TEM zawiera cistron kodujący białko beta-laktamazy (peniciliny) i warunkuje odporność na ampicylinę i niektóre rodzaje penicyliny. I ten element ulega łatwo transpozycji na plazmidy (RP4, R64) i bakteriofagi (P22) różnych bakterii z rodziny Enterobacteriaceae. Długość Tn A jest oceniana na ok. 2 kb, a więc jest mniejsza niż tetr-R (Rys. 7 B, C), ale zbliżona do niektórych IS. Metodą heterodupleksów wykazano, że Tn A może wszczepiać się do licznych (co najmniej 12) miejsc genomu plazmidy RSF1010, mającej długość 8,34 kb [10].

Zdolność do insertowania się w różnych orientacjach wydaje się dość powszechna dla wielu elementów DNA. Została stwierdzona dla różnych operonów, ale także dla wielkich segmentów genomu bakterii. Przytoczymy tu tylko przykłady. Oto E. A. Adelberg i P. Berquist badali proces integracji czynnika F' do genomu E. coli. Bakteria zawierała własny operon gal, wrażliwy na temperaturę (nieczynny przy 42°). W swym schematycznym ujęciu autorzy podają kolejność składników operonu wzorem KTEO. Integrowano F', noszący również operon gal (aktywny przy 42°) z tymiż samymi składnikami. W ten sposób bakteria uzyskiwała dwa takie same operony. W trakcie integracji otrzymano szczep, w którym F'-gal był zintegrowany na stałe, tj. nie ulegał zwykle częstej rewersji. Przyczyna trwałości nie jest jeszcze znana, ale autorzy stwierdzili, że cecha ta jest związana z orientacją operonu gal w chromosomie bakterii. Integracja trwała powstaje wówczas, gdy oba operony gal, niezbyt od siebie odległe w chromosomie, mają względem siebie przeciwne kierunki, gdy więc powstaje układ ...gal(KTEO)...gal(OETK)... Co więcej, udało się stwierdzić, że czynnik F'-gal ulega insercji zgodnej z orientacją gal chromosomu bakterii, i potem swej orientacji nie zmienia. Natomiast wkrótce po osiedleniu się plazmidowego gal dochodzi do zmiany ukierunkowania operonu gal gospodarza. Mechanizm tej zmiany jest zupełnie nie wyjaśniony. Bardzo zbliżony efekt spostrzegł A. Ahmed w przypadku zduplikowania operonu gal (gal 3). Najpierw dochodził do insercji gal 3, a potem do obrócenia się jednego z dwu operonów.

Powyższe inwersje należą do zjawisk wskazujących na ruchomość składników DNA, jak też na jakiś wzajemny wpływ operonów na siebie. P. A. Sharp i wsp. widzą w tym łączność z objawami zgodności (compatibility) pomiędzy plazmidami. Podobnie jak to jest z kolicynami, niektóre plazmidy R i F wykluczają się wzajemnie w cytoplazmie tej samej bakterii. Przyczyny niezgodności nie są jeszcze jasne. Wspomniani autorzy widzą tu związek z regulacją replikacji. Oto G. Lindahl i wsp. spostrzegli, że integracja faga P2 do E. coli wpływa niekiedy na rytm podziałów komórki. Okazało się, że integracja zachodzi w różnych orientacjach i że wpływ na reprodukcję, a więc na replikację chromosomu bakterii, zależy od orientacji faga P2.

Jako drugi przykład weźmiemy wykryte przez Casse i wsp. odwrócenie orientacji wielkiego segmentu obejmującego ok. 100% genomu bakterii. E. coli i S. typhimurium są bliskimi krewniakami. Mają podobne, czy nawet jednakowe operony ustawione w tej samej kolejności. Wyjątkiem jest fragment obejmujący u Salmonella region od genu aroE (47%) do chlC (57%), zaś u Escherichia od genu chlC (24%) do aroD (32%). W tym fragmencie, inaczej niż w reszcie, uszeregowanie genów jest pra-

wie dokładnie takie same, ale w kierunku przeciwnym. Również orientacja czynnościowa operonów jest przeciwna, co zdaje się świadczyć, że inwersją objęta została całość segmentu, nie zaś pojedyncze elementy. W tej ruchomości elementów i replikacji oddzielonych składników trudno nie dojrzeć jakiegos związku z podwajaniem się genów, częstym u eukariotów, ale znanym również u bakterii [16, 20]. To z kolei przedstawia podobieństwa do tworzenia się chromosomów niektórych bakterii drogą polimeryzacji macierzystych odcinków, najwidoczniej wcześniejszych ewolucyjnie [21, 35].

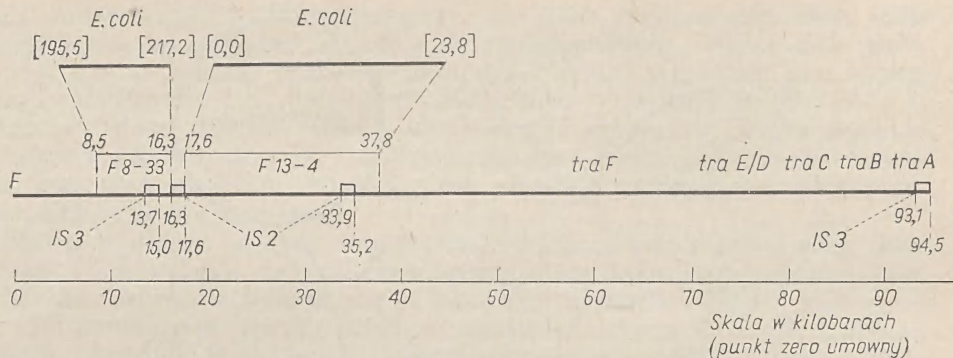
Mamy tu objawy ruchomości elementów DNA i plastyczności genomów. Cistrony, operony, różne ich grona czy też czynnościowe odcinki genomów ulegają okresowemu usamodzielnianiu się, mogą się niezależnie replikować, łączyć się między sobą, wywierać na siebie eliminujące się albo przestrzennie ustawiające wpływy. Segmenty IS byłyby jednym z takich ruchomych elementów, wyróżniających się krótkością łańcucha polinukleotydowego i brakiem jakichkolwiek elementów o charakterze cistronów. W elementach tych tkwiłaby natomiast skłonność do transpozycji, a w przypadku IS2 i IS3 także cecha kierunkowości. Nie miałyby one natomiast cech transdukonu znamienych dla „aktywnego czynnika płciowego”, a zależnych od obecności kompletu kodowego dla organów koniugacji.

Spośród powyższych łatwo transponujących się elementów stosunkowo dobrze poznano niektóre plazmidy i wiriony zdolne do integracji. Cechują się one szeregiem podobieństw czynnościowych. Obok zdolności do życia w dwóch fazach, autonomicznej i integrowanej, i zdolności porywania składników DNA swego gospodarza, mają one podobne mechanizmy transpozycji, na co zwrócił uwagę A. M. Campbell. Transdukcja plazmid zależy od posiadania cistronów dla białek międzykomórkowego kontaktu. Obok pilusa wchodzi tu w grę białka reakcji immunologicznych z elementami powierzchni komórek recipientów. Według Campbella wirion, zamiast międzykomórkowego mostka, tworzy białkową kapsydę, spełniającą tę samą fizjologiczną rolę, umożliwienia przeniesienia DNA na inną komórkę. I w tym przeniesieniu, obok białek strukturalnych, czynne są reakcje immunologiczne.

Obok podobieństw istnieją też różnice w mechanizmie transportu. Pojemność kapsydy jest ograniczona. Może ona zmieścić ilość DNA tylko niewiele większą od genomu wiriona [30]. Toteż wizjon przyłączający obcy operon przeważnie traci w zamian wycinek własnego DNA. Niekiedy bywa to wycinek zupełnie istotny dla reprodukcji wiriona. Tymczasem plazmidy F i R nie są pod tym względem ograniczone i mogą przyłączać znaczne ilości obcego DNA. Okazuje się jednak, że i one nieraz wymieniają własne segmenty w zamian za odcinek obcego DNA (rys. 8).

Wszyscy autorzy zgodnie stwierdzają, że osiedlenie się IS może zachodzić w różnych miejscach genomu, nawet w różnych miejscach tego samego cistronu lub regionu regulacyjnego [18, 30]. Nie wykryto dotąd żadnych preferencji insertowania się. Inaczej jest z ekscyzją: te same IS mogą, zależnie od lokalizacji w genomie, bardzo znacznie różnić się częstością rewersji [18, 25]. Tak np. rewersja mutantu lambda MS 520, nosiciela IS1, zachodzi tysiąc razy częściej niż podobnego mutantu MS 319, zaś 20 razy częściej niż mutantu MS 432.

Jeśli IS może się wszczepiać do wielu różnych miejsc tego samego cistronu, segmenty SLK rozpoznawane przez endonukleazy muszą być krótkie. Ich specyficzność krzyżuje się ze specyficznością trypletów ko-



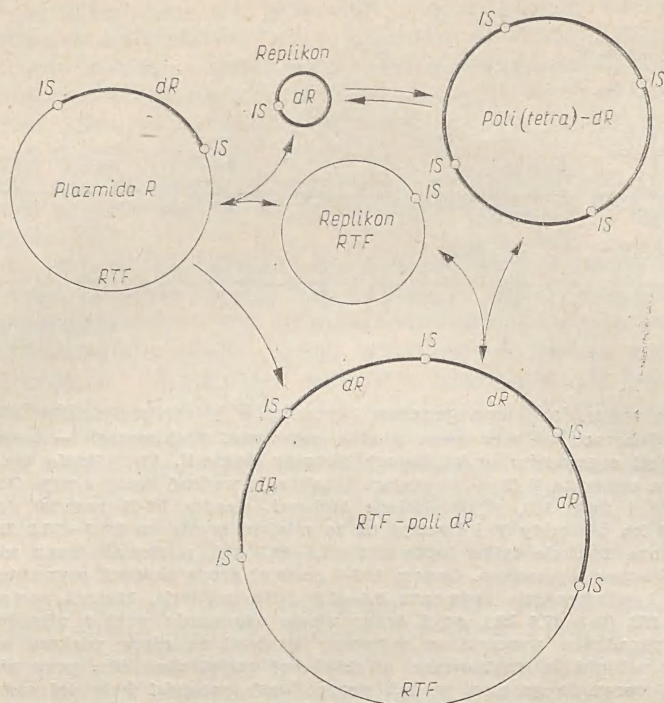
Rys. 8. Liniowa mapa kolistego genomu czynnika F i jego mutantów F8-33 i F13-4. Lokalizacja w kilobazach od umownego punktu zerowego. W klamrach — lokalizacja oderwanych od *E. coli* segmentów w kilobazach genomu bakterii. W regionie tra (50—94,5 kb) geny esencjonalne czynnika F (F — A) mające lokalizację według Sharp i wsp. Genom zawiera dwie insercje IS2 i dwie IS3, wydzielone blokami. Genom F8-33 powstał drogą ekscyzji segmentu 8,5—16,3 kb plazmidy F i insercji na to miejsce segmentu 195,5—217,2 DNA bakterii. Mutant posiada oba IS2, ale tylko jedną IS3 (93,1—94,5 kb), ponieważ druga została oddzielona wraz z utraconym segmentem. Genom F13-4 powstał drogą ekscyzji segmentu 17,6—37,8 kb samej plazmidy i wszczepienia segmentu 0,0—23,8 DNA bakterii. Mutant posiada obie IS3, zaś tylko jedną IS2 (16,3—17,6 kb), gdyż druga uległa oderwaniu wraz z utraconym segmentem. W obu przypadkach wszczepione segmenty bakterii są nieco większe od fragmentu utraconego. Oba nabytki są usytuowane w gościnnej części plazmidy, przy niezmiennym segmencie tra. Przerwanie genomu w obu przypadkach zachodzi koło tej samej IS2. Segment IS3 rozgranicza odcinki tra i gościnny tylko po jednej stronie

dowych. SLK flankujące IS muszą znajdować się w genomach w wielokrotnych kopiach.

Powtarzanie się dłuższych i krótszych odcinków DNA jest znane u eukariotów. W specjalnych badaniach [33] stwierdzono, że dość krótkie odcinki (0,3—1,2 kb) powtarzają się inwertowanymi parami w setkach tysięcy egzemplarzy w genomach eukariotów. (komórek HeLa, limfocytach myszy, komórkach wątroby jaszczurki). Homologiczne elementy sąsiadują ze sobą parami w inwersji tak, że po denaturacji z pojedynczych nici tworzą się lokalne wewnątrznicinowe dupleksy (rys. 7). Pary takie występują gronami po 2—4. U bakterii powtarzające się odcinki są rzadkie. Segmenty SLK są znacznie krótsze od elementów dających się widzieć elektronoskopowo pod postacią dupleksów.

Szczególne cechy mają czynniki R z genami warunkującymi rezystencję bakterii w ich gościnnym regionie. Geny R są kodowymi wzorcami dla białek enzymów powodujących konwersję leku na składnik nieszkodliwy. Ekspresja tych genów dochodzi do skutku zarówno u plazmid autonomicznych, jak zintegrowanych.

Gdy w praktyce lekarskiej i weterynaryjnej wprowadzono masowe stosowanie antybiotyków, wkrótce z krwi i wydzielin ustrojowych wyosobniono szczepy bakterii niewrażliwych na lek. Okazało się, że bakterie są odporne nie tylko na lek stosowany, ale również na niektóre inne. Było to niespodzianką trudną do zrozumienia zarówno według zasad teorii spontanicznych mutacji, jak i zdolności adaptacyjnych w ogóle. Region gościnny bywa różnych rozmiarów, ale może zmieścić liczne cistrony, a więc kody dla licznych enzymów o różnych własnościach metabolicz-



Rys. 9. Przyjęty ogólnie [22] schemat replikacyjnego pomnażania się determinant R (dR) plazmid R

Linia cienka — DNA segmentów RTF, linia gruba — determinanty R, kółka — SLK segmentów IS. Elektronoskopowo ani zasadniczą budową odcinki te niczym się nie różnią

nych. Stwierdzono, że różne typy plazmid R mają taki sam lub podobny region RTF, natomiast różny zasób genów rezystencji w determinancie R (tab. 2).

Jeżeli zwykły (dziki) szczep bakterii jest hodowany w środowisku zawierającym śmiertelne stężenie antybiotyku, podziały komórek zatrzymują się i kultura ginie. Jednak z wielką rzadkością, ocenianą na 1 do 10^7 albo 10^9 osobników, trafiają się bakterie odporne, dzielące się i tworzące kolonie. Cechy te, jako nowe, uważano początkowo za rodzaj mutacji. Dzisiaj wiemy, że odporność zależy od zdolności do syntezy enzymu przetwarzającego lek. A nadmieniliśmy, że odporność pojawia się od razu na szereg leków, które nie miały zastosowania. Inaczej mówiąc, odporne osobniki syntetyzują od razu szereg enzymów o różnych własnościach.

Tabela 2

Przykłady nosicielstwa genów rezystencji (R) u plazmid R

Symbol	Długość w kb	Lek konformowany przez geny jednostki
R1 rdr	95	ampicylina, streptomycyna, sulfonamidy
R64	112	ampicylina, streptomycyna, tetracyklina
RSF1010, R684		streptomycyna, sulfonamidy

ciach metabolicznych. Przypuszczenie, że nowe cistrony powstają jako przypadkowe mutacje jest zupełnie nieprawdopodobne. Jakkolwiek rzadko, cistrony te musiały istnieć w populacji bakterii wcześniej nim ludzie zaczęli fabrykować leki. Zjawisko należy brać w sposób, w jaki się ono w rzeczywistości pojawia. Cecha odporności na różne leki jest w populacji bakterii rzadka, albo ukryta. Przejawia się i występuje masowo wówczas, gdy w środowisku znajdzie się składnik działający szkodliwie, a wcześniej nie występujący.

Skoło staniemy na tym stanowisku, będziemy mieli przed sobą dwa problemy: pojawienia się względnie preegzystencji genów odporności i ich szybkiego rozpowszechnienia się w populacji bakterii. Drugi z tych problemów rozwiązano, jak się zdaje, w ostatnich latach. Oto, jak nadmieniliśmy, plazmidy R zawierają autonomiczne regiony RTF i determinanty R. Głównie na *Proteus mirabilis*, ale również na innych bakteriach, stwierdzono, że gdy w środowisku pojawi się antybiotyk, plazmidy R dysocjują i każdy z regionów pojawia się jako oddzielna jednostka cykliczna [9]. Cykliczne determinanty R (dR) mnożą się (rys. 9). Pojawiają się liczne pojedyncze dR, ale również cykliczne poli-dR, w których szereg dR jest zespolonych w tandem. Niektóre poli-R są wielkich rozmiarów i łatwo się rozpadają. Zespalają się one łatwo z regionami RTF. Replikony dR ani poli-dR nie są zdolne przenosić się do innych komórek, jak tylko w zespoleniu z RTF.

Replikacja segmentów RTF nie posiadających fragmentów R nie jest zupełnie pewna. Ptashne i Cohen uważają, że RTF replikuje się raczej w zespoleniu chociażby tylko z niewielkim segmentem determinanty R. Segment RTF jest natomiast organem transpozycji.

Nasuwa się myśl, że potencja replikacyjny znajduje się jedynie u determinanty R. Należy nadmienić, że szybka reprodukcja autonomicznych regionów czynnika R zachodzi na pewno tylko u niektórych gatunków bakterii, gdy u innych zachodzi wolniej, a być może nawet reprodukcji ulegają jedynie całe czynniki R [9].

W praktyce stwierdzono, że w populacji bakterii transdukcja zachodzi szybko. „Infekcji” rezystencją ulegają nie tylko osobniki tego samego gatunku, ale gatunków różnych w ramach rodzajów i nawet rodzin. W ten sposób, do walki z czynnikiem toksycznym stają nie pojedyncze osobniki, ale całość genowej puli świata bakteryjnego. Zachodzi tu nie, jak myśłano dawniej, mnożenie się odpornych mutantów, ale również rozpowszechnienie się odporności na znaczną część populacji.

W szczepie odpornym zawsze stwierdza się znaczny odsetek komórek niezdolnych do przeżycia w środowisku zawierającym lek [9]. Natomiast gdy szczep odporny jest hodowany w pożywce nie zawierającej leku, liczba osobników odpornych gwałtownie maleje i wkrótce stają się one znowu wyjątkowe. Według Hashimoto i Rownda prędkość podziałów pojedynczych bakterii, jak też szybkość wzrostu kolonii odpornych na lek i nie odpornych (tranzycjonowanych i nietranzycjonowanych) jest identyczna. Wy tłumaczenie znikania osobników odpornych, jak też oddzielnych dR i poli-dR wymaga według nich specjalnych mechanizmów. Natomiast według Franklina i Snow, produkcja białka ochronnego enzymu jest wielkim wysiłkiem dla bakterii. Białko to może stanowić znaczny odsetek produktów bakteryjnej syntezy. Stąd w braku leku, jednostki odporne rozmnażają się wolno.

Odcinki dR plazmid R ulegają replikacji w całości. W odcinku znajdując się dziesiątki cistronów dla wielu, także dotąd nie znanych rodza-

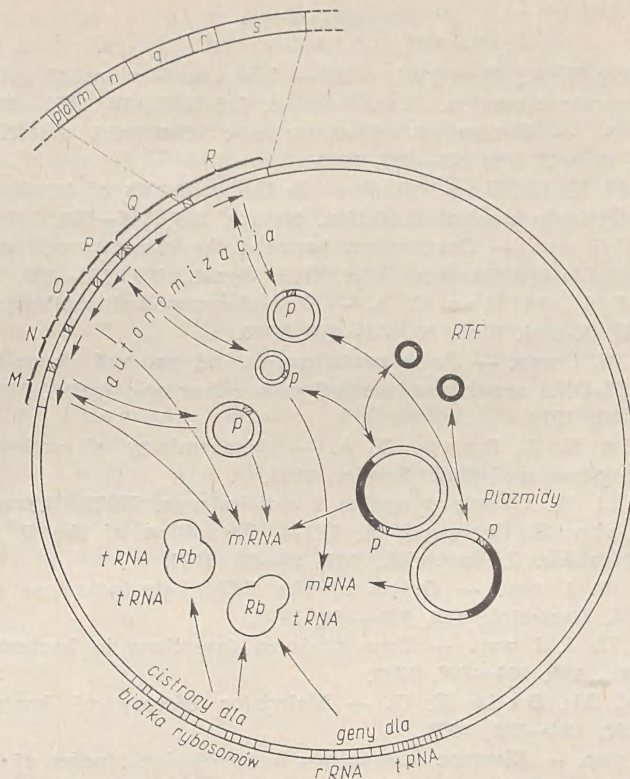
jów białka. To tłumaczyłoby nie tylko rozpowszechnianie się odporności, ale pojawienie się wielu metabolicznych zdolności na raz. Trzeba też zważyć, że cecha odporności jest tylko pozornie aktywnym odniesieniem się bakterii do danego leku. W istocie rzeczy, w populacji bakterii istnieć muszą utajone zespoły genów dla enzymów o różnych możliwościach przetwórczych. W obecności odpowiedniego substratu geny te ulegają szybkiemu rozpowszechnieniu. Wyzwolenie intensywnej produkcji jakiegoś enzymu w odpowiedzi na pojawienie się pewnego substratu jest zjawiskiem znanym w genetyce. Tak więc w populacji bakterii utrzymują się pewne rzadkie indywidua wyjątkowo wyposażone genetycznie albo też pewne kategorie zespołów genów istnieją u wszystkich osobników w stanie silnej, trwałej i trudnej do przezwyciężenia represji.

Jest faktem, że każdy genom zawiera liczne cistrony nie ulegające normalnie ekspresji. Pozostają one w utajeniu w ciągu życia, chociaż ulegają replikacji z całością genomu i są przekazywane potomstwu. Są one rodzajem nie wykorzystywanej metabolicznej potencji. Muszą być uważane za rodzaj ewolucyjnego reliktu.

Enzymy kodowane przez geny dR katalizują dobrze znane z przemian ustrojowych reakcje: otwieranie pierścieni heterocyklicznych, transacetylacje, transadenilacje i inne. Z drugiej strony, trucizny, które stały się wzorem antybiotyków fabrykowanych przez człowieka, są produkowane w przyrodzie, a więc przeciwstawianie się im metaboliczne mogło być niezbędne we wcześniejszych stadiach ewolucji. Różnorodność tych zapasowych czynników byłaby więc zrozumiała. Wyodrębnienie znanych dzisiaj genów odpornościowych zaszło właśnie dlatego, że szczepy bakterii izolowano według zdolności przeżycia w obecności antybiotyków. Aby lepiej poznać czynniki R, należałoby zbadać wszystkie możliwości ich enzymatycznego kodu.

Jeśli z takiego punktu widzenia spojrzymy na różne przenośne fragmenty DNA, jakimi są plazmidy F i R, episomy i najróżniejsze jednostki transpozycyjne (transpozony czy translokony różnych autorów), wydadzą się nam one elementami szczególnego świata usamodzielnionych i współdziałających między sobą operonów. Cechą operonu jest bowiem to, że zawiera on szereg cistronów ustawionych za sobą w określonym porządku i zaopatrzonych w region promotora, będącego miejscem zaczepiania się polimerazy RNA oraz operatora, w którym zdają się koncentrować działania tłumiące transkrypcję (rys. 10). Wiriony i plazmidy mają obie powyższe cechy. Cistrony ich są transkrybowane partiami, podobnie jak w operonie. Kolejność cistronów jest tu i tam zależna od ich czasowego udziału w reakcjach genetycznych. Wiriony i plazmidy byłyby wyposażone w potencję replikacyjną jak też potencję transdukcijną.

Nie miałyby one cech organizmu, gdyż brak im samodzielności, która wymaga możliwości reprodukowania własnego białka. To jest zależne od genów dla RNA rybosomowego, transportowego i cistronów dla białka rybosomów (rys. 10), a także środowiska zabezpieczającego, zależnego od izolacyjnych cech plazmamembrany. Autonomiczne plazmidy R lub F byłyby rodzajem organów chromosomu, których przeznaczeniem byłoby okolicznościowe pomnażanie niektórych genów. Odpowiadałyby one usamodzielnionym operonom albo ich zespołom. Regiony w rodzaju dR byłyby podobnymi samodzielnymi jednostkami, zdolnymi do replikacji, ale pozbawionymi możliwości transpozycyjnych. Segmenty RTF byłyby zespołami genów transpozycyjnych i transdukcyjnych, natomiast być może



Rys. 10. Hipotetyczny schemat komórkowej ruchomości elementów DNA. Wielkie koło przedstawia genom komórki. Operony M — R ulegają autonomizacji i jako replikony zaopatrzone w promotor (p) mogą w cytoplazmie ulegać pomnażaniu. Jeden z operonów (R) przedstawiony w powiększeniu, z regionem regulacyjnym (o, p) i cistronami (m — s). Strzałki wskazują kierunki transkrypcji operonów. Autonomiczne operony w połączeniu z czynnikami transdukcji (RTF) przeistaczają się w plazmidy, zdolne do przenoszenia się na inne komórki. Zespoły operonowe mRNA, transkrybowane od replikonów, plazmid, albo bezpośrednio z operonów kolistego chromosomu mogą ulegać translacji, co zachodzi w zespole organelli syntetyzujących białko, których centralnymi jednostkami są rybosomy (Rb)

niezdolnymi do replikacji, chyba w zespoleniu z operonem zawierającym region promotora.

Tak więc, przedstawione dane świadczą o istnieniu w bakteriach zapasowych możliwości metabolicznych, dających się w razie zagrożenia jednostki ujawniać, potęgować i rozprzestrzeniać na całość populacji komórkowej. Nie na tym kończą się możliwości adaptacyjne. Enzymatyczna walka populacji bakterii z antybiotykami jest tylko jednym rodzajem ich broni. Jak to wyszczególnił B. Davis w swych 7 punktach [7] bakteria zdolna jest zmieniać przepuszczalność swej ściany dla leków, zmieniać charakter komórkowych receptorów, jak też przyspieszać lub zmieniać równoległe lub zastępcze drogi metabolizmu. Istnieją także możliwości adaptacyjnych zmian genetycznego kodu dla ustrojowego białka [3].

Dla teorii ewolucji reakcja bakterii na antybiotyki jest więc jednym z przejawów adaptacji i przekształceń organizmów. Badania nad tą reakcją ujawniły dawniej mało znaną cechę plastyczności genomów i ich międzykomórkowej łączności.

LITERATURA

- [1] Adelberg E. A., Berquist P. — *The stabilization of episomal integration by genetic inversion*. Proc. Nat. Ac. Sci USA, 69, 2061—2065, 1972.
- [2] Ahmed A. — *Mechanism of reversion of the gal 3 mutation of E. coli*. Mol. Gen. Genet., 136, 243—253, 1975.
- [3] Blundell T. L., Wood S. P. — *Is the evolution of insulin Darwinian or due to selectively neutral mutation*. Nature, 257, 197—203, 1975.
- [4] Casse F. i wsp. — *Comparison between the chromosomal maps of E. coli and Salmonella typhimurium*. Mol. Gen. Genet., 124, 253—257, 1973.
- [5] Cohen S. N., Miller C. A. — *Non-chromosomal antibiotic resistance in bacteria*, II, J. mol. Biol., 50, 671—678, 1970.
- [6] Fianidt M. i wsp. — *Polar mutations in lac, gal and phage lambda consist of a few IS-DNA sequences inserted with either orientation*. Mol. Gen. Genet., 119, 223—231, 1972.
- [7] Franklin T. J., Snow G. A. — *Biochemistry of antimicrobial action*. II ed., Chapman and Hall, London 1975.
- [8] Gajewski W. *Genetyka ogólna i molekularna*. PWN, Warszawa 1974.
- [9] Hashimoto H., Rownd R. H. — *Transition of the R factor NR1 in Proteus mirabilis*. J. Bacteriol., 123, 56—68, 1975.
- [10] Hefron F. i wsp. — *Origin of the TEM beta-lactamase gene found in plasmids*. J. Bacteriol., 122, 250—256, 1975.
- [11] Hirsch H. J. i wsp. — *Two kinds of insertions in bacterial genes*. Mol. Gen. Genet., 119, 191—206, 1972.
- [12] Howe M. M., Bade E. G. — *Molecular biology of bacteriophage Mu*. Science, 190, 624—632, 1975.
- [13] Hu S. i wsp. — *Electron microscope heteroduplex studies of sequence relations among bacterial plasmids*. J. Bacteriol., 122, 764—775, 1975.
- [14] Hu S. i wsp. — *Alpha-beta sequence of F is IS3*. J. Bacteriol., 123, 678—692, 1975.
- [15] Jaskunas S. R. i wsp. — *Isolation of polar insertion mutants and the direction of transcription of ribosomal protein genes in E. coli*. Nature, 256, 183—187, 1975.
- [16] Kikuchi A., Gorini L. — *Similarity of genes argF and argI*. Nature, 256, 621—624, 1975.
- [17] Lindahl G. i wsp. — *Replication of the bacterial chromosome under control of prophage P2*. Proc. Nat. Ac. Sci USA, 68, 2407—2411, 1971.
- [18] Malamy M. H. i wsp. — *Electron microscopy of polar insertions in the operon of E. coli*. Mol. Gen. Genet., 119, 207—222, 1972.
- [19] Maniatis T. i wsp. — *Sequence of a repressor-binding site in the DNA of bacteriophage lambda*. Nature, 250, 394—397, 1974.
- [20] Markert C. L. i wsp. — *Evolution of a gene*. Science, 189, 102—114, 1975.
- [21] Masters M. — *Evolution of E. coli chromosome*. Nature, 256, 616—617, 1975.
- [22] Ptashne K., Cohen S. N. — *Occurrence of insertion sequence (IS) regions on plasmid DNA as direct and inverted nucleotide sequence duplications*. J. Bacteriol., 122, 776—781, 1975.
- [23] Reif H. J., Saedler H. — *IS1 is involved in deletion formation in the gal region of E. coli K12*. Mol. Gen. Genet., 137, 17—28, 1975.
- [24] Saedler H., Heiss B. — *Multiple copies of the insertion-DNA sequences IS1 and IS2 in the chromosome of E. coli K-12*. Mol. Gen. Genet., 122, 267—277, 1973.
- [25] Saedler H. i wsp. — *Insertion mutations in the control region of the gal operon of E. coli*. Mol. Gen. Genet., 115, 258—265, 1972.

- [26] Saedler H. i wsp. — *IS2, a genetic element for turn-off and turn-on of gene activity in E. coli.* Mol. Gen. Genet., 132, 265—289, 1974.
- [27] Saedler H. i wsp. — *IS1 and IS2 mutations in the ribosomal protein genes of E. coli.* Mol. Gen. Genet., 141, 85—89, 1975.
- [28] Saunders J. R. — *Transportable resistance genes.* Nature, 258, 384, 1975.
- [29] Sharp P. A. i wsp. — *Electron microscope heteroduplex studies of sequence relations among plasmids of E. coli.* J. mol. Biol., 75, 235—255, 1973.
- [30] Starlinger P., Saedler H. — *Insertion mutations in microorganisms.* Biochimie, 54, 177—185, 1972.
- [31] Sternberg N., Weisberg R. — *Packaging of prophage and host DNA by coliphage lambda.* Nature, 97—102, 1975.
- [32] Westmoreland B. C., Szybalski W., Ris H. — *Mapping of deletions and substitutions in heteroduplex DNA molecules of bacteriophage lambda by electron microscopy.* Science, 163, 1343—1348, 1969.
- [33] Wilson D. A., Thomas C. A. Jr — *Palindromes in chromosome.* J. mol. Biol., 84, 115—144, 1974.
- [34] Yanofsky C. i wsp. — *New features of the regulation of the tryptophane operon.* Science, 189, 22—25, 1975.
- [35] Zipka D., Riley M. — *Proposal concerning mechanism of evolution of the genome of E. coli.* Proc. Nat. Ac. Sci USA, 72, 1254—1258, 1975.

BADANIA NAD PASOŻYTNICTWEM SPOŁECZNYM U MRÓWEK Z PUNKTU WIDZENIA MIĘDZYGATUNKOWYCH ZACHOWAŃ PRZYSTOSOWAWCZYCH

WSTĘP

Zjawisko pasożytnictwa w przyrodzie znane jest od tysięcy lat i wiedza o nim stanowi poważny wkład do biologii ogólnej a szczególnie do zagadnień ewolucyjnych ze względu na powodowane przez pasożytniczy tryb życia uwstecznienia funkcjonalne, morfofizjologiczne i psychiczne. Ogromnie natomiast ciekawy problem poznawczy, jakim jest dla nauk biologicznych pasożytnictwo społeczne u mrówek, jest dotąd niedoceniany i mało zbadany. Jest to pasożytnictwo na najwyższym szczeblu, dostępnie jedynie dla zwierząt wysoko uspołecznionych, źródłem pasożytowania jest bowiem nie ciało, wydzieliny czy też pożywienie gospodarza, ale jego praca. Ciekawa ta dziedzina wiedzy o zwierzętach, ich zachowaniu się i możliwościach psychicznych stoi nadal otworem dla nowych pokoleń badaczy.

Swą bardzo trafną nazwę otrzymało pasożytnictwo społeczne od Forela [13], on też wprowadził w odniesieniu do pewnej jego formy, którą będziemy się tu zajmować, nazwę niewolnictwa. Jest ona na pewno mniej trafna, ale przyjęła się w literaturze światowej ze względu na swą lakoniczność, a przede wszystkim dlatego, że omawiane zjawisko powierzchownie, bez wglądu w jego istotę, do złudzenia przypomina stosunki niewolnicze w społeczeństwie ludzkim.

Niewolnictwem nazywa się taką formę pasożytnictwa społecznego, gdy gatunek pasożytniczy zachował wprawdzie własną kastę robotniczą, ale jedną lub jedyną jej funkcją staje się zdobywanie dla swego społeczeństwa dodatkowej (lub jedynej) siły roboczej w postaci robotnic, przynależących do innych gatunków mrówek. Będziemy za Forelem nazywać je niewolnicami.

W Polsce występują trzy gatunki mrówek, uprawiających niewolnictwo. O etologii i sposobach pozyskiwania niewolnic przez gatunek *Strongylognathus testaceus* nie wiadomo prawie nic. *Formica sanguinea* znajduje się w stadium nieobowiązkowego pasożytnictwa, ponieważ niewolnice nie są jej niezbędne dla istnienia, a są tylko „przedmiotem luksusu” według pięknego określenia Wasmanna [25]. My zajmiemy się mrówką-amazonką *Polyergus rufescens* Latr. znajdującą się na szczeblu obowiązkowego pasożytnictwa społecznego, co oznacza, że nie może się ona obywać bez niewolnic.

Skąpa ilość badań nad tym niezwykle interesującym obiektem powodowana jest m.in. tym, że gatunek *P. rufescens* uznany jest powszechnie za bardzo rzadki. Występowanie amazoнок rzeczywiście jest

ograniczone dość wąskimi ramami ekologicznymi, ale podobne ograniczenie dotyczy wielu gatunków zwierząt a w tym i mrówek, które nie są jednak uważane za rzadkość. Decyduje o tej ciężkiej na amazonkach opinii fakt, że występowanie ich nie jest równoznaczne z pojawianiem się na powierzchni. Opuszczanie przez nie gniazda jest bowiem obwarowane aż trzema warunkami: porą roku, pogodą i porą dnia. (Ten ostatni warunek nie dotyczy nielicznych i pojedynczo chodzących tzw. pseudowywiadowców [6]). Pod nieobecność zaś amazelek na powierzchni gniazda wygląda ono tak, jakby należało wyłącznie do danego gatunku niewolniczego, a są one u nas przeważnie bardzo rozpowszechnione. W poszukiwaniach należy się więc stosować do następujących wskaźników: nisza ekologiczna — suche prześwietlone drogi czy przesieki leśne, nasłonecznione przez znaczną część dnia; pora roku — koniec czerwca do połowy sierpnia; pogoda — bardzo ciepła i pogodna; pora dnia — od 15 do 18 godziny. Przy kierowaniu się tymi danymi znalezienie amazelek okaże się zadaniem niezbyt trudnym. O częstości ich występowania niech świadczą następujące liczby: spośród dziesięciu leśnych obszarów w Polsce, w których prowadziliśmy badania, w pięciu znaleźliśmy *P. rufescens*. Nasza znajomość przedmiotu daje przy tym dużą dozę gwarancji rzeczywistej ich nieobecności w pozostałych pięciu obszarach. Armia amazelek jest zresztą zjawiskiem tak jedynym w swoim rodzaju i tak rzucającym się w oczy, że kto raz w życiu widział ich wyprawę rabunkową nie może jej zapomnieć ani też przeoczyć.

W badaniach nad biologią amazelek *P. rufescens* niezwykle i uprzywilejowana pozycję należy przyznać Huberowi. Wybitny ten badacz już w 1810 r. opisał dużą ilość szczegółów i sposobów zachowania się amazelek. Charakteryzowało go obejmowanie szerokiego wachlarza zjawisk bez wglądu w ich głąb, co odnosi się zresztą do wszelkich badań pionierskich, gdy obiekt stanowi białą kartę i gdy każdy zaobserwowany szczegół jest odkryciem. Właśnie dzięki tej szerokości zainteresowań Hubera każdy prawie problem dotyczący amazelek znajduje u niego swe początki i na dobrą sprawę należałoby co kilka zdań powtarzać stereotypowe „już Huber ...” Niejedna, nieraz dotąd przeoczona, drobna uwaga w dziele Hubera mogła być inspiracją do badań szczegółowych.

Adlerz [1], Wasmann [26], Forel [14], Wheeler [27], wiedzieli już że amazonki nie mogą się obejść bez niewolnic. Odnosi się to do całego okresu istnienia rodziny od chwili, gdy samotna zapłodniona po locie godowym samica pasożytnicza szuka dla jej założenia gniazda gatunku niewolniczego z rodzaju *Formica*. Gatunki, nadające się ze względu na swą biologię i etologię do tego celu, otrzymały wspólną nazwę systematyczną *Serviformica* i jest ich w Polsce kilka. Nas jednak będą interesowały dwa — najczęściej zresztą występujące — gatunki niewolnicze a mianowicie *F. fusca* L. i *F. cinerea* Mayr.

Zapłodniona samica *P. rufescens* może — wbrew ogólnie panującym wśród mrówek prawom — wejść bezkarnie do gniazda *Serviformica*. Służy temu specjalne przystosowanie w postaci wydzielanych przez nią substancji atrakcyjnych, które powodują, że obce jej gatunkowo robotnice adaptują przybysza kosztem własnej samicy. Zostaje ona wkrótce zamordowana bądź przez pasożytniczą samicę, bądź też przez własne robotnice. Gdy zaadaptowana samica przystępuje do składania jaj, zaczyna się normalny tryb życia mrówczej rodziny z tym zastrzeżeniem, że wszystkie czynności wykonywane przez robotnice gatunku niewolniczego (niewolnice) służyć będą ku pożytkowi pasożyta i jego potom-

stwa — kosztem ich własnego gatunku. Hodowane przez niewolnice potomstwo samicy *P. rufescens* składa się, podobnie jak u innych gatunków mrówek, z osobników płciowych oraz tzw. kasty robotniczej (niedorozwiniętych pod względem płciowym samic, w morfologicznej i nerwowej strukturze których zasłży wielkie przemiany przystosowawcze, związane z ich rolą społeczną). Ponieważ u *P. rufescens* działalność robotnic ograniczona jest do walki i rabowania, nazywa się je często żołnierzami. Pozostałe funkcje robocze w gnieździe amazoнок wykonują wyłącznie niewolnice i na tym polega obowiązkowość pasożytnictwa, uprawianego przez *P. rufescens*. Miara zależności amazoнок od niewolnic są zaburzenia u nich napędu głodu: giną one wśród obfitych zapasów pokarmu, jeżeli nie nakarmi ich niewolnica.

Wiek życia robotnicy mrówczej wynosi tylko 3—4 lata i pierwsze pokolenie pozbawione własnej samicy niewolnic ginie po upływie tego okresu czasu. Wynika stąd życiowa dla przetrwania rodziny waga jedynej wykonywanej przez żołnierzy amazoнок funkcji, polegającej na systematycznym uzupełnianiu z zewnątrz, z innych samodzielnie żyjących gniazd *Serviformica*, kadry wymierających niewolnic. Do tego celu nie nadają się dojrzałe robotnice, ponieważ pouciekałyby one natychmiast z obcego sobie gniazda, o ile wcześniej nie zostałyby, jako obcy przybysze, zamordowane przez miejscowe niewolnice. Amazonki napadają więc na okoliczne gniazda gatunków niewolniczych w okresie, gdy znajduje się w nich maksymalna ilość roboczego potomstwa, (w czerwcu—lipcu) i rabują tam w zasadzie wyłącznie poczwarki, które zanoszą do swego gniazda. Jest to zasada wyjątkowo ekonomiczna: poczwarki nie wymagają już prawie żadnej pracy koło siebie i wykluwają się wkrótce w swym nowym gnieździe, przysparzając mu siłę roboczą, wyhodowaną kosztem innej obojętnej rodziny.

Podczas całego opisu biologii *P. rufescens* należało wielokrotnie powtarzać owe „już Huber ...”, ale tak płynny opis zawdzięczamy oczywiście nie tylko jemu, lecz pokoleniom badaczy. Warto jednak wspomnieć słowa Hubera, że już w pierwszym dniu swego życia wykluwające się ze zrabowanych poczwarek niewolnice „uczą się kochać swych panów”. W tym jakże bardzo antropomorficznym — w stylu owych czasów — określeniu tkwi jednak wyczucie bardzo nowoczesnego pojęcia imprintingu, które odkryte i badane będzie dopiero po bez mała półtora wieku od czasu wyjścia na świat dzieła Hubera. Dziś dopiero, na bazie współczesnych badań etologicznych, możemy bez odwoływania się do drastycznych sformułowań zrozumieć, dlaczego robotnice, wykluwające się w obcym sobie gnieździe pasożytów społecznych uznają to gniazdo za swoje własne a jego mieszkańców — za swoje towarzyszk.

Osobnym problemem jest mechanizm owych imponujących wypraw rabunkowych, z których każda jest „wydarzeniem entomologicznym” wg określenia Kuttera [20]. Tempo i precyzja kształtowania się kolumny bojowej amazoнок, jej marszu w raz obranym kierunku, błyskawicznego napadu na gniazdo *Serviformica* i wreszcie powrotu, gdy każdy żołnierz niesie przed sobą zdobycz w postaci jednej zrabowanej poczwarki — wszystko to nasuwało myśl o organizacji, dowodzeniu, kierowaniu tak sprawnie działającą armią. I jakkolwiek Huber nie sądził, aby armia amazoнок posiadała jakiegokolwiek kierownictwo, to Forel, a za nim późniejsi badacze przyjęli, że atakiem dowodzą oficerowie, a kierują armią wywiadowcy, wyszukujący zawczasu w terenie obiekt napadu — gniazdo gatunku niewolniczego. Obalili ten pogląd Dobrzańscy [6], którzy

badając mechanizmy wypraw rabunkowych amazoнок udowodnili, że wywiadowcy nie istnieją i że nie ma osobników kierujących lub dowodzących armią. Amazonki są pobudzane do ataku przez osobniki ekstremalnie pobudliwe, nazwane przez autorów aktywistami. Rabowane gniazda znajdujące się na zasadzie przypadkowości przez całą kolumnę, posuwającą się prosto przed siebie w raz obranym kierunku na odległość do 100 a nawet 120 metrów. Przypominamy, że co najmniej dwa gatunki *Serviformica* są bardzo rozpowszechnione, a samica *P. rufescens* może założyć rodzinę jedynie w prosperującym gnieździe niewolniczym, a więc w biotopie, odpowiadającym danemu gatunkowi.

Niedawno ukazał się w języku polskim artykuł, autor którego Czechowski [3] na podstawie miesięcznych — skądinąd ciekawych — obserwacji jednego gniazda snuje swe luźne rozważania na temat etologii *P. rufescens*. Domysły te na końcu artykułu wypunktowuje w charakterze wniosków, jako „istotne elementy etologii społeczeństw *Polyergus*”. Większość tych wniosków uważam za nie udowodnione i pochopne.

Moja praca omawia porównawczo wzajemne przystosowania etologiczne między amazonkami a dwoma gatunkami ich niewolnic — *F. fusca* i *F. cinerea*. Koniecznością więc jest zapoznanie czytelnika z zasadniczymi różnicami biologicznymi i etologicznymi, istniejącymi między tymi gatunkami.

F. fusca otrzymała w języku polskim miano pierwomrówki łagodnej. O ile trudno dociec, co rozumiał autor tej nazwy pod pojęciem pierwomrówki, o tyle łagodna jest ona naprawdę. Mrówka ta nie podejmuje nigdy walki, jedyną jej taktyką obronną jest ucieczka, a przy napadzie na jej gniazdo — wynoszenie z niego potomstwa. Część uciekających robotnic i piastunek z potomstwem ucieka przy tym w górę, na wszelkie wystające przedmioty, przeważnie na źdźbła traw. Wobec ataku amazoнок jest to zresztą obrona bardzo efektywna, ponieważ nigdy nie ścigają one uciekających.

Cechy psychiczne *F. fusca* znajdują też swe odbicie w strukturze gniazd. Są one skrupulatnie maskowane, posiadają jeden, co najwyżej dwa — trzy tuż obok siebie leżące otwory wyjściowe, ukryte w trawie i skrupulatnie zakratowane źdźbłami i patyczkami. W ten sposób na zewnątrz pozostają jedynie wąskie szczeliny, przez które przedostać się może pojedyncza mrówka. Gatunek ten jest mało drapieżny i furazerki znoszą na ogół jedynie drobną zdobycz, która nie stanowi większej przeszkody przy przeciskaniu się przez ciasny otwór wejściowy.

Szeroko otwierane są te otwory tylko raz do roku: podczas rójki. Pod wpływem wielkiego pobudzenia, jakie ogarnia mieszkańców gniazda przy wydobywaniu się z niego masy skrzydlatych osobników płciowych, robotnice oczyszczają otwory z zakrywającego je budulca i poszerzają je.

Całkiem odmienny obraz stanowi zarówno biologia, jak i psychologia *F. cinerea*. Jest to mrówka kolonialna (czyli polikaliczna), wokół pierwszego macierzystego gniazda zakładane są coraz nowe gniazda pochodne, związane między sobą i z gniazdem macierzystym mocnymi więzami wspólnoty. Stosunki kolonialne nie były szczegółowo badane na *F. cinerea*, lecz na innych kolonialnych gatunkach tegoż rodzaju: grupie *F. rufa* [30] oraz *F. exsecta* [5, 21, 22]. Są jednak — na podstawie licznych obserwacji — powody, aby sądzić, że w zasadzie kształtują się one podobnie i u *F. cinerea*. Z pewnym uproszczeniem oznaczałoby to, że cała kolonia posiada wspólną, wymienną kastę robotniczą. Poszczególne gniazda nie

posiadają stałego składu osobników, każda robotnica może pracować w dowolnym gnieździe i w całej kolonii traktowana jest jako równorzędna towarzysza.

Zapewne kolonialny tryb życia wpływa na poczucie bezpieczeństwa tych mrówek. Kolonie ich zajmują niejednokrotnie ogromne przestrzenie, często na piaszczystych wydmach, całkowicie kontrolowane przez ich mieszkańców. Na całym obszarze takiej kolonii trwa nieprzerwany ruch, związany zarówno ze stale dokonującą się budową tuneli i nowych gniazd, jak i z żerowaniem, przeprowadzkami itd. Napadnięte w swych gniazdach *F. cinerea* umieją walczyć, ale główną taktyką obronną tych świetnych robotników budowlanych jest okopywanie się od wewnątrz we własnych gniazdach [7].

W pracy tej badano przystosowania etologiczne *P. rufescens* do współżycia społecznego z dwoma różnymi gatunkami niewolniczymi. Porównawcze ujęcie umożliwia rozróżnienie wśród tych przystosowań wzorców wrodzonych od nabywanych.

I. PRZEJAWY ZACHOWAŃ *P. RUFESCENS*, UWAŻANYCH ZA BĘDĄCE U NICH W ZANIKU POD WPŁYWEM ŻYCIA PASOŻYTNICZEGO

1. ZACHOWANIE OPIEKUŃCZE

Zdarza się sporadycznie, że obok poczwarek amazonki przynoszą z wypraw rabunkowych młode, nie zabarwione jeszcze robotnice gatunku niewolniczego. Ilość przyniesionych z łupem młodzieńskich, białych mrówek może w poszczególnych wyprawach osiągać kilkanaście nawet sztuk, nie można więc zaliczyć tych faktów do przypadku. Mrówka taka niesiona jest przez amazonkę z taką samą ostrożnością i delikatnością, jak poczwarki, chociaż w odróżnieniu od nich ma ona tendencję do wyrwania się i uciekania. W tak drastycznej sytuacji amazonka bynajmniej nie zaciska swych potężnych żuwaczek, jednym ruchem których potrafi przebić twardą chitynę dojrzałego owada. Trzyma je nadal rozwarte, ześlizgują się więc one po mięciutkiej jeszcze chitynie wyzwalającej się z chwytu białej mrówki. Odnóża i czułki uciekinierki przepuszczane są ruchem opiekuńczym między ostrymi końcami przystosowanych do walki żuwaczek. Ucieczka dochodziłaby w takiej sytuacji zawsze do skutku, gdyby nie działało się to prawie zawsze już w pobliżu gniazda *P. rufescens* i nie wkraczały do akcji niewolnice. Młode mrówki dają się bowiem na ogół nieść bez oporu przez całą drogę i dopiero na terenie gniazda amazońek zaczynają się wyrwać i uciekać. Do wrodzonych odruchów młodej mrówki należy poddawanie się chwytającej ją i niosącej towarzysze. Jest wiadomo, że świeżo wyklute mrówki mają słabo rozwinięte zmysły [16], mogą więc nie rozróżnić obcego zapachu pojedynczej niosącej ich amazonki. Należy sądzić, że dopiero siła fala zapachów obcego im gniazda amazońek dociera do nich i wyzwala odruch ucieczki. Wtedy jest jednak na ucieczkę za późno, wokół bowiem biegają pobudzone powrotem amazońek niewolnice, które postępują wobec uciekinierek w zupełnie odmienny niż amazonki sposób: ciągną je brutalnie, nieraz wlokąc za jedną nogę po ziemi. Nie zaobserwowano jednak nigdy przypadków uszkodzenia ich delikatnego jeszcze ciała. Wydaje się, że doświadczone piastunki — w odróżnieniu od amazońek — dobrze znają dozwolone biologicznie i konieczne chwytty w ujarzmianiu nie podporządkowujących się młodocianych osobników. Mrówka taka, wciąż-

nięta wreszcie siłą do gniazda, jeszcze z niego często ucieka, nieporadnie zatrzymywana po drodze przez amazonki, póki nie zostanie zawleczonea z powrotem przez napotkaną niewolnicę. Raz tylko widzieliśmy białą mrówkę, której udało się uniknąć spotkań i wydostać poza teren gniazda rabusiów. Byłaby ona jednak niechybnie zginęła, nie umiejąc trafić do rodzinnego gniazda, gdybyśmy jej tam sami nie zanieśli.

2. REAKCJA UCIECZKI

Dnia 27 lipca, po kilkudniowych ulewach, nastąpiła upalna pogoda. Armia amazońek natknęła się podczas wyprawy rabunkowej na znajdujące się w odległości ok. 90 metrów inne gniazdo tego samego gatunku i zaatakowała je. Walka ta została rozszyfrowana jedynie dzięki temu, że oba gniazda amazońek znajdowały się pod obserwacją od samego początku ich sezonowej aktywności i duża ilość osobników była w nich oznakowana farbą i pierścieniami z drutu. Gdyby nie ta okoliczność, rzadki ten przypadek walki wewnątrzgatunkowej u amazońek byłby nie do odczytania i niechybnie uznano by, że maksymalnie podniecone wyprawą amazońki pogryzły się między sobą. Po powierzchni zaatakowanego gniazda masowo biegały niewolnice z gatunku *F. fusca*, wynosząc skrzydlate formy amazońek oraz potomstwo. Nieliczne robotnice podejmowały walkę, czego w swych samodzielnych gniazdach *F. fusca* nie czynią nigdy, i ginęły w nierównych pojedynkach z napastnikami. Większość niewolnic uciekała, duża część na trawki rosnące wokół gniazda; piastunki wynosiły tam potomstwo oraz bardzo młode, białe lub jasno zabarwione robotnice, co jest normalnym zachowaniem się *Serviformica* przy napadzie na ich gniazdo. Niezwykłym natomiast zjawiskiem był widok amazońek uciekających wraz z *F. fusca* na trawki i przeczekujących tam stan zagrożenia. Prócz tego wiele ich uciekało po prostu w stronę przeciwną do kierunku przybycia ataku, co jest zachowaniem się zupełnie dla tego gatunku nietypowym. Na gnieździe odbywały się bardzo nieliczne pojedynki pomiędzy amazońkami, nie można było jednak określić czy stroną zaczepną w tych pojedynkach byli obrońcy gniazda, czy też napastnicy. Nie można wykluczyć, że nawet te nieliczne walczące osobniki mogły być zmuszone do walki, będąc zaatakowane przez napastników. W potyczkach tych przeważnie jedna albo obie mrówki ginęły. Napastnicy ponieśli w tym ataku duże straty, ale też ogromnie się wzbogacili w łup: każdy żołnierz wracał do swego gniazda z poczwarką, co zdarza się jedynie w wyniku bardzo udanych ataków.

Wobec tego, że nie leży w zwyczajach amazońek prześladowanie uciekających przeciwników, ucieczka winna była ocalić napadniętych. Na przeszkodzie temu stanął zbieg okoliczności — kierunek ich ucieczki wiódł prosto na znajdujące się w odległości niecałego metra olbrzymie gniazdo *Lasius niger*. Nikt gniazda takiego nie może tknąć bezkarnie: zupełnie bezbronne w pojedynkę, mróweczki te w masie są straszne, zawiadamiając się błyskawicznie i walcząc zespołowo. Podrażnienie tego gniazda doprowadziło do zguby sąsiadujące z nimi od lat gniazdo amazońek. Raz jeszcze potwierdziło to słuszność naszego zdania [7], że mrówki odróżniają postawę bierną od bojowej innych gatunków i że reakcja wobec obcego zależy od postawy tego ostatniego. Wieloletni bowiem sąsiedzi musieli niejednokrotnie zbliżać się wzajemnie do swych gniazd,

nie wywołując agresji. Uciekające z pola walki amazonki były jednak w stanie ogromnego pobudzenia, co udzieliło się natychmiast mieszkańcom gniazda *L. niger*. Zabójcze żuwaczki *P. rufescens* nie stanowiły żadnej obrony w walce z tak drobnym i liczny przeciwnikiem: amazonki były dosłownie rozrywane przez 4—6 Lasiusów. Niewolnice *F. fusca*, uciekające wśród amazecek, były natomiast atakowane z mniejszą zacięłością i wiele z nich po paru zetknięciach się z Lasiusami uciekało zdrowo z ich gniazda. Oznaczać to może, że z natury łagodne *F. fusca* w ucieczce nie posiadają postawy agresywnej.

Ciekawe są dalsze losy zrabowanego gniazda amazecek. Zostało ono mianowicie w dniu następnym, po nocnej przerwie, napadnięte i prawie doszczętnie rozgromione przez rozjuszone *L. niger*. Nieliczne robotnice *F. fusca* porządkowały potem zdewastowane gniazdo, powynosiły z jego głębi trochę martwych mrówek, szczepionych ze sobą amazecek. Gniazdo to nie odrodziło się już i w roku następnym przestało istnieć zupełnie.

Nie raz zdarzało się obserwować, jak wieloletnie nieraz dobrosąsiedzkie stosunki, będąc raz naruszone przez jakikolwiek przypadek, z trudem wracają do równowagi, a często prowadzą do zguby aktualnie słabszego z sąsiadów [7, 11].

II. NOWE DANE O INSTYNKTCIE RABUNKOWYM *P. RUFESCENS*

PRZYNOSZENIE W CHARAKTERZE ŁUPU DOJRZAŁYCH ROBOTNIC *SERVIFORMICA*

Nie ma powodu, aby kolonialne stosunki *F. cinerea* ulegały zmianie, gdy do jednego z gniazd kolonii dostaje się samica *P. rufescens* i zakłada tam rodzinę na zasadach stosunków społeczno-pasożytniczych. Gniazdo to nadal pozostaje częścią składową kolonii, utrzymując pośrednio poprzez swe niewolnice więź społeczną z pozostałymi gniazdami, zamieszkałymi przez normalne rodziny *F. cinerea*. Stosunki takie potwierdza relacja Czechowskiego [4]. Zarówno z tego, jak i z własnych obserwacji wynika, że amazonki w swoich wyprawach nie atakują gniazd, należących do wspólnej z ich niewolnicami kolonii. Jest to zupełnie zrozumiałe, ponieważ wszystkie zamieszkujące kolonię mrówki ze względu na stałe między nimi kontakty traktują się nawzajem — wraz z żyjącymi w tejże kolonii amazeckami — jako równorzędne towarzyszek.

Z badań Dobrzańskiej [5] i Pisarskiego [22] nad *F. exsecta* wynika, że więź między poszczególnymi gniazdami kolonii nie jest równomierna, nie wszystkie gniazda muszą się bezpośrednio wzajemnie kontaktować i wymieniać robotnice. Póki jednak pozostaje między nimi więź pośrednia, nie dopuszcza ona do wyobcowania z kolonii. Amazonki ze swej strony, będąc mrówkami monokalicznymi, mogą w tych okolicznościach częściowo zatracić osobistą, zapachową więź (słabszą u nich od mrówek kolonialnych) z gniazdem, nie mającym z nimi bezpośredniego kontaktu. Taką właśnie względną izolacją tłumaczyć można obserwowaną pomyłkową wyprawę *P. rufescens* na gniazdo, należące do własnej kolonii. Armia amazecek normalnym trybem wdarła się do tego gniazda, w odległości 1,5 metra od ich własnego, i wyniosła z niego kilka zaledwie poczwarek oraz wiele dojrzałych robotnic, które podczas przenoszenia ich przez amazonki znakowano farbami. Niesione *F. cinerea* nie stawiały oczywiście żadnego oporu, ponieważ schwytane były przez własne towarzyszek z tej

samej kolonii. Związały się więc w specyficzną pozycję do noszenia i pozwalały się biernie transportować do zamieszkałego przez amazonki gniazda. Przyniesione w charakterze łupu *F. cinerea* przeważnie od razu spokojnie, nie zatrzymywane przez nikogo, powracały do swego gniazda, jakkolwiek nie wszystkie oznakowane podczas transportu osobniki zauważono w drodze powrotnej. Jest rzeczą normalną, że część mogła pozostać, znalazłszy aktualnie bodźce do podjęcia w nowym gnieździe jakiejś czynności, podobnie jak to ma miejsce w koloniach *F. exsecta* [5].

Natychmiast po tym auto-ataku amazonki wyszły raz jeszcze i zaatakowały w odległości 5 metrów zażarcie broniące się gniazdo *F. cinerea*, na którym zdobyły duży łup.

III. WZAJEMNE PRZYSTOSOWANIA ZACHOWANIA SIĘ *P. RUFESCENS* I RÓŻNYCH GATUNKÓW NIEWOLNICZYCH

Dla odróżnienia przystosowań nabywanych od wrodzonych badano czy zachowanie się amazoek ulega zmianom w zależności od gatunku, a więc od sposobu reakcji posiadanych niewolnic.

Wstępne obserwacje wykonywane z tego punktu widzenia ujawniły pewną prawidłowość. Stwierdzono już poprzednio, że amazonki nie zawsze wnoszą przyniesiony łup do wnętrza swego gniazda, lecz czasem porzucają zdobyte poczwarki na jego powierzchni, pozostawiając niewolnicom dalszą nad nimi pieczę. Obserwował podobne zjawisko także Beck [2]. Na pierwszy rzut oka zdawało się, że zachowanie takie powodowane jest bogactwem łupu, jednak dalsza analiza temu zaprzeczyła. Okazało się, że przypadki masowego porzucania poczwarek na zewnątrz gniazda zachodzą systematycznie, niezależnie od ilości zdobyczy, w gniazdach amazoek z *F. cinerea* w charakterze niewolnic. W gniazdach z *F. fusca* nawet przy wielkiej ilości zdobyczy rzadko się zdarza, aby niektóre amazonki, nawracając po następnej jej turę, w pośpiechu porzuciły kilka sztuk poczwarek. Ścisłsza obserwacja skłania nawet ku temu, aby traktować takie poczwarki jako upuszczone w szczególnie dużym tłoku i pośpiechu, co zawsze ma miejsce przy bardzo obfitym łupie.

Należało znaleźć przyczyny odmiennych zachowań żołnierzy tego samego gatunku. W tym celu rozpoczęto szczegółowe obserwacje i badania nad tym, jak wzajemnie układają się podczas wypraw rabunkowych stosunki między amazonkami a ich niewolnicami oraz nad ewentualnymi różnicami w reakcjach obu badanych gatunków niewolniczych. Przy okazji z naciskiem podkreślam, że porównawczo badano z tego punktu widzenia gniazda amazoek z dwoma tylko gatunkami niewolnic: *F. cinerea* i *F. fusca*. Tych też dwóch jedynie gatunków dotyczy wszystkie wnioski z tej pracy.

1. WYNIKI BADAŃ NAD ZACHOWANIEM SIĘ AMAZONEK I ICH NIEWOLNIC *F. CINEREA*

Oto typowy przebieg zmian zachodzących w zachowaniu się amazoek i ich niewolnic *F. cinerea*, podczas przebiegu jednego sezonu wypraw rabunkowych. Dane to są wypośrodkowane na podstawie 2 lat badań na dwóch gniazdach, a więc w sumie czterokrotnego przebiegu sezonów.

W końcu czerwca lub na początku lipca pojawiają się przeważnie na powierzchni pierwsze amazonki i po trzech czterech dniach odbywa się pierwsza wyprawa rabunkowa. Proces pierwszego wychodzenia z gniazda armii amazoнок wywołuje silne podniecenie wśród niewolnic, przejawiające się u nich przyspieszoną masową bieganiną po terenie gniazda oraz wzmożoną agresją. Kilkaście minut po odmaszerowaniu armii pobudzenie to znika, następuje uspokojenie, nadmiar robotnic wraca do gniazda. Gdy armia powraca ze zdobyczą, co następuje mniej więcej po 25 do 40 min., gniazdo przybrało już normalny swój wygląd, z nielicznymi robotnicami chodzącymi spokojnie po jego powierzchni lub kopiącymi w licznych otworach i tunelach. Większa część wracających amazoнок usiłuje wejść do wnętrza swego gniazda, co powoduje skupisko mrówek z poczwarkami w żuwaczkach koło tego otworu, z którego armia poprzednio wymaszerowała. Jednak niektóre amazonki, w liczbie 15—20 zaraz po przybyciu na gniazdo porzucają swój łup na jego powierzchni. Stosunkowo nieliczne przebywające w tym czasie na terenie gniazda niewolnice ponownie ulegają silnemu pobudzeniu podczas masowego przybywania amazoнок ze zdobyczą. Biegając po gnieździe natykają się one na porzucone poczwarki, chwytają je natychmiast i zanoszą do wnętrza gniazda, z którego wybiegają nowe podniecone robotnice, zwiększając tłok i zamieszanie. Jest charakterystyczne dla *F. cinerea*, że w odróżnieniu od amazoнок znoszą one zdobycz do różnych otworów gniazda, a przy bardzo dużej ilości poczwarek nawet do innych gniazd. Przeważająca jednak część podnieconych niewolnic chwytą i ciągnie do gniazda tłoczące się na nim amazonki, które częstokroć gubią przy tym trzymane przez siebie poczwarki. Leżą one samotnie na ziemi i dopiero po chwili chwytane są przez inne robotnice. Podobne stosunki trwają i podczas następnych wypraw, ale z każdym dniem niewolnice ulegają podnieceniu coraz szybciej i coraz bardziej masowo. Wkrótce pobudzenie wywołuje się przez przybycie już pierwszych pojedynczych amazoнок ze zdobyczą, nie tworzących przeciw tłoku ani zamieszania. Coraz więcej robotnic zaczyna też natychmiast zbierać porzucane poczwarki. Podczas 3 czy 4 wyprawy ilość *F. cinerea*, zbierających poczwarki, osiąga już kilkadziesiąt sztuk i 15—20 z nich udaje się przy tej czynności oznakować. Znakowanie jest tak bardzo pobudzonych i agresywnych osobników jest czynnością niezmiernie trudną, należy je bowiem wykonywać w biegu, a *F. cinerea* należy do najszybszych naszych mrówek. Zadanie to komplikuje się dodatkowo tym, że jeżeli za pierwszym wycelowaniem trawki (używanej w charakterze pędzla) nie trafi się w daną mrówkę, to trzeba z niej zrezygnować zarówno z powodu niebezpieczeństwa pomyłki w tak dużej ciżbie, jak i dlatego, że uganiecie się za uciekającą wywołuje zawsze alarm, agresję i zakłócenie całej obserwacji.

Po oznakowaniu pierwszych 20 *F. cinerea* daje się już wśród podekscytowanych wychodzeniem i powrotem armii niewolnic systematycznie obserwować te same osobniki. Zachodzą duże zmiany ilościowe: liczba niewolnic, biorących udział w spotykaniu amazoнок i zbieraniu poczwarek wyraźnie wzrasta z każdym atakiem, ale równocześnie coraz więcej amazoнок porzuca poczwarki na powierzchni gniazda. Skutek jest taki, że aż do 7 czy 8 ataku niewolnice wciąż jeszcze nie nadążają z uprzątnięciem całej zdobyczy i że ciągle jeszcze widuje się leżące na ziemi poczwarki. Nadal też — chociaż już sporadycznie — zdarza się, że same amazonki ciągnięte są do gniazda przez skrajnie pobudzone niewolnice, nie zwracające uwagi na leżące bez opieki poczwarki. W tym okresie, prze-

ciężnie do 10 wyprawy, zachodzą coraz widoczniejsze zmiany jakościowe w zachowaniu się zarówno niewolnic, jak i amazelek. *F. cinerea* zaczynają coraz wyraźniej okazywać pobudzenie jeszcze przed powrotem armii, krążąc po gnieździe bardzo agresywnie i w dużej masie. Przy pojawieniu się pierwszych powracających amazelek rzucają się ku nim i czynnie wyrwają im zdobycz — co właśnie decyduje o tym, że nie widuje się już porzuconych poczwarek, chociaż amazonki ze swej strony zarówno chętnie oddają swym niewolnicom zdobycz, jak i masowo już rzucają ją na ziemię. Tylko pojedynczy żołnierze wchodzą teraz do gniazda z łupem. Pobudzenie *F. cinerea* już całkiem wyraźnie kieruje się wyłącznie na poczwarki. Widuje się wprowadzić niewolnicę, ciągnącą w stronę otworu amazelek z poczwarką, ale wystarczy, aby poczwarka ta upadła na ziemię — i niewolnica natychmiast puszcza wleczoną przez siebie amazelek, aby schwycić i zanieść do gniazda poczwarkę.

2. WYNIKI BADAŃ NAD ZACHOWANIEM SIĘ AMAZELEK I ICH NIEWOLNIC *F. FUSCA*

Dane o przebiegu zmian w zachowaniu się amazelek i ich niewolnic *F. fusca* wypośredkowane są na podstawie 3 lat badań na dwóch gniazdach, a więc w sumie sześciokrotnego przebiegu sezonów.

Pierwsze wyjście armii amazelek wywołuje podobne zjawiska jak i w gnieździe *F. cinerea*, z tym tylko, że silne pobudzenie i bieganie większej ilości agresywnych robotnic zwraca u tego gatunku większą uwagę, ponieważ jest to zachowanie się dla tego gatunku bardzo nietypowe. Podobnie, jak u *F. cinerea*, pobudzenie to spada po wymaszerowaniu armii i wygląd gniazda wraca do normy (co oznacza u *F. fusca* całkowity spokój) — aż do powrotu amazelek ze zdobyczą, co wywołuje ponownie nieukierunkowane pobudzenie niewolnic. Amazonki prosto z drogi zdążają do tegoż otworu gniazda, z którego armia wychodziła, powstaje więc wokół niego kłęb przepychających się mrówek, trzymających poczwarki w swych żuwaczkach. Zdarza się, że w tym tłoku, ze względu na szczególnie ciasny u *F. fusca* otwór wejściowy, kilka poczwarek zostanie upuszczonych. Leżą one przeważnie dość długo, zanim weźmie je któraś z biegających wokół i po nich niewolnic, co odróżnia jaskrawo zachowanie się *F. fusca* od *F. cinerea*. Z każdym atakiem wzrasta ilość pobudzanych nim niewolnic, a bezkierunkowość tego pobudzenia przejawia się m. in. w tym, że znane ze swej łagodności *F. fusca* bardzo ostro atakują obserwatora i dotkliwie go kasać. Samo przez się, że obserwator stara się nie przebywać na drodze, po której poszła i wraca armia amazelek, a jednak *F. fusca* ku niemu właśnie się kierują i przeciwko niemu zwracają agresję. Przy badaniach na samodzielnych gniazdach tego gatunku wydawało się, że mrówki te nie są zdolne do popadania w stan tak silnej agresji, a nawet że fizycznie nie są zdolne do wgrzyzienia się w ludzką skórę. W dodatku wszystkie poprzednio badane *Formica* a także *F. fusca* z tego gniazda już po kilku dniach przyzwyczajają się do obecności obserwatora i wchodzą na jego rękę — poza omawianą sytuacją — bez objawów zarówno agresji, jak i lęku.

Podobnie, jak u *F. cinerea*, przez pierwsze kilka wypraw amazelek podniecenie *F. fusca* spada w przerwie między wyjściem armii a jej powrotem. Po powrocie z 4 lub 5 wyprawy, podczas gdy amazonki ze zdobyczą przepychają się wciąż do jedynego otworu — zauważyć można u jednej lub dwu robotnic próby wyciągania z tegoż otworu przykrywa-

jącego go budulec. W tym też okresie malejąca po odejściu armii agresywność *F. fusca* zaczyna się znowu wzmacniać jeszcze przed powrotem armii. Podczas 6—7 wyprawy zupełnie już wyraźnie zachodzi usuwanie z otworu budulec natychmiast po powrocie amazecek ze zdobyczą. Następnie już przybycie pierwszych, pojedynczych amazecek wywołuje działalność budowlaną jednej — dwóch niewolnic. Wreszcie w następnych jeszcze wyprawach niewolnice zaczynają wyraźnie wyciągać budulec z otworu jeszcze przed powrotem jakiejkolwiek amazunki z łupem. Od 10 lub 11 wyprawy począwszy pobudzenie niewolnic powodowane wyjściem armii z gniazda od razu kieruje się na rozbudowę tego otworu, z którego odbył się wymarsz amazecek. Szczególnie zwraca uwagę, że z narastaniem tej działalności znika występująca poprzednio w tej sytuacji agresywność *F. fusca*. Nawet łapanie pracujących przy rozbudowie robotnic nie wywołuje żadnego podniecenia — pozostałe przeważnie spokojnie pracują nadal.

W celu skontrolowania czy rzeczywiście bezpośrednim bodźcem do rozbudowy jest konieczność wpuszczenia do gniazda większej ilości amazecek ze zdobyczą — przeprowadzono po 10 wyprawie kilkakrotne doświadczenia. W chwili powrotu armii zakrywano rozbudowany na jej przyjęcie otwór, do którego amazunki zaczęły wchodzić. Zmuszało to resztę armii do szukania innego wejścia do gniazda. Gdy masa amazecek skupiała się koło pobliskiego, zakratowanego oczywiście otworu — wokół niego zaczynał się ruch niewolnic. Po chwili jedna, a za nią inne robotnice przystępowały do jego rozbudowy, polegającej głównie na usuwaniu zakrywającego go materiału budowlanego.

Obserwowano podobny przypadek zaistniały w sposób naturalny. Powrotna droga amazecek ze zdobyczą wiodła poprzez nie używany przez nie od paru tygodni otwór do gniazda. Skupiły się wokół niego usiłując się do niego dostać, chociaż był on prawie zupełnie zamknięty. Natychmiast do tego otworu ściągnęły podniecone niewolnice. Dwie z nich (jedna była poprzednio oznakowana jako furazerka) odebrały amazekom poczwarki (lub podniosły je z ziemi — tego nie zaobserwowano) i poniosły je do oddalonego o 8 cm szeroko rozwartego otworu, z którego armia wychodziła na wyprawę. Jednak tłum amazecek nadal tkwił przy zamkniętym otworze — i po chwili najpierw jedna, potem druga *F. fusca* zaczęły wyciągać z niego patyki. Amazunki pownosiły poczwarki przeważnie do tego, poszerzanego przez niewolnice otworu i poszły jeszcze raz do napadniętego gniazda. Gdy wróciły, nowy otwór był już szeroko oczyszczony i armia wносиła zdobycz do obu — zarówno nowo otwartego, jak i dawnego otworu.

Czasem, gdy zdobycz jest szczególnie bogata, podniecone *F. fusca* samorzutnie zaczynają rozbudowywać drugi, a nawet trzeci blisko leżący otwór. Jeżeli odległość między nimi nie przekracza paru centymetrów — to amazunki, tłocząc się do głównego otworu zahaczają o sąsiednie i mogą z nich skorzystać. Czynią to jednak nie zawsze, i wówczas inne robotnice zakratowują z powrotem bezużytecznie rozbudowany otwór. Może się zdarzyć, że czas jakiś otwór taki jest rozbudowany i zakratowywany jednocześnie. W końcu jednak przeważa wpływ aktualnie działających bodźców: robotnice wyjmujące budulec z nie używanego otworu zaprzestają swej pracy.

Upuszczane czasem w tłoku poczwarki podejmuje bynajmniej nie każda robotnica *F. fusca*. Niejednokrotnie zdarza się, że kilka lub kilkanaście niewolnic biega po poczwarcie, zanim któraś podniesie ją z ziemi.

Coraz rzadziej zdarza się, aby niewolnica *F. fusca* usiłowała wydrzeć zdobycz amazonce. Nie widuje się też prawie nigdy, aby amazonka dobrowolnie, bez szarpaniny, oddała swój łup, co jest zjawiskiem zupełnie powszechnym w gniazdach *F. cinerea*. Najczęściej też *F. fusca* rezygnują po jednym, dwóch szarpnięciach z trzymanej przez amazonkę poczwarki.

Dwukrotnie w czasie omawianych badań odbywała się w gniazdach *P. rufescens* częściowa przeprowadzka. Raz miała ona miejsce w gnieździe z *F. fusca*, drugi raz z *F. cinerea*. Samo przez się, że całą działalność, związaną z przenosinami wykonują wówczas niewolnice. Otóż w obu przypadkach obserwowano wyraźne wzmoczenie się tej działalności w okresie pobudzenia pomiędzy wymaszerowaniem armii amazoнок a jej powrotem.

III. OMÓWIENIE WYNIKÓW

1. NOWE SPOJRZENIE NA INSTYKNT RABUNKOWY *P. RUFESCENS*

Analizując historię napadu na filię kolonii własnych niewolnic oraz przyniesienia stamtąd dojrzałych robotnic — można rozpatrzyć w nowym świetle zagadnienie instynktu rabunkowego amazoнок. Przypomnieć należy, że podczas swych ataków na obce gniazda nie przejawiają one nigdy czynnej agresji wobec ich mieszkańców ani wrogiego do nich stosunku, walczą oraz zabijają jedynie będąc same zaatakowane. Jest też charakterystyczne, że łatwe przecież do noszenia larwy są w charakterze łupu przynoszone stosunkowo rzadko, jako przejaw braku poczwarek; zdarzają się natomiast przypadki przynoszenia przez amazonki młodziutkich białych mrówek, które wyrrywają się, uciekają i są kłopotliwe pod każdym względem.

Zupełnie odmiennie zachowanie się przejawiają mrówki z innego uprawiającego niewolnictwo gatunku — *F. sanguinea*. Będąc pasożytem nie obowiązkowym, traktują one swą zdobycz także albo nawet przede wszystkim jako źródło pokarmu [8, 9, 27]. Znajduje to swe odbicie w zachowaniu się *F. sanguinea* podczas wypraw rabunkowych: czynnie atakują one mieszkańców napadniętych gniazd, zabijając ich i znosząc — obok poczwarek — do swego gniazda w charakterze żeru.

Porównanie tych odmiennych zachowań nasuwa przypuszczenie, że przynoszenie do swego gniazda obcych poczwarek bez odruchów agresywnych czy pokarmowych musi się u amazoнок wiązać z utratą powszechnej u mrówek reakcji ujemnej na obce osobniki. Każda robotnica należąca do gatunku niewolniczego stanowiłaby więc dla amazoнок potencjalną towarzyszkę, a ich instynkt rabunkowy może się sprowadzać do tendencji znoszenia do swego gniazda każdej z nich. Z analizy znanych faktów może nawet wynikać, że amazonki mają predystynację do chwytania jak najstarszych osobników, tylko że dojrzałe mrówki uciekają lub walczą, bardzo młode — uciekają i wyrrywają się, znacznie obniżając tempo działania, które jest warunkiem owocnej wyprawy rabunkowej. Wymagający tysięcy sztuk zdobyczy instynkt rabunkowy amazoнок daje się więc najłatwiej zaspokoić poczwarkami.

Można oczekiwać, że podobny stosunek do osobników w postaci imago obowiązuje jedynie wobec robotnic danego konkretnego gatunku niewolniczego, przebywającego aktualnie w gnieździe amazoнок.

2. ETOLOGICZNE PRZYSTOSOWANIA MIĘDZYGATUNKOWE W GNIEZDZIE
P. RUFESCENS

O stosunkach wzajemnych pomiędzy amazonkami a ich niewolnicami jest bardzo mało wzmianek w literaturze. Znalazłam jedną tylko pracę Sakagami i Hayashida [24], poświęconą bezpośrednio temu zagadnieniu. Autorzy sami określili tę pionierską pracę jako „wstępny krok do określenia względnej roli procesów społecznych w najprostszych sytuacjach”. Badali oni wpływ obecności amazoнок na działalność budowlaną niewolnic *F. fusca*, ale ustawienie tego doświadczenia oraz sam dobór czynności nie był szczęśliwy: autorzy zakładali, że sama obecność pojedynczej amazonki lub robotnicy *F. fusca* ma wpływać na tempo kopania piasku przez osobników budowlanych. Nie widzę ani powodu takiego wpływu, ani wniosków, które by z tego miały wynikać.

Istnienie wpływów etologicznych pasożytów społecznych na swoje niewolnice zauważyć musiał Forel, skoro wzmiankował [14], że „niewolnice zachowują pewne specyficzne cechy zachowania się, właściwe ich gatunkom”. Niestety, nie podaje on żadnych bliższych informacji.

Przedstawione tu badania potwierdzają istnienie takich wpływów. Początkowo wyprawy rabunkowe amazoнок wywołują jedynie silne pobudzenie niewolnic, wyrażające się wzmożoną bieżąnością oraz wzrostem agresywności. Jest to jedyna — w wyniku dziesiątków już lat obserwacji — sytuacja, gdy *F. fusca* napastuje człowieka. Ciekawym przejawem reakcji przerzutowej jest wzmaganie się przeprowadzek w takim właśnie okresie pobudzenia, co obserwował również Czechowski [4].

Na początku sezonu wypraw obserwuje się dwa osobne szczyty ogólnego pobudzenia niewolnic: podczas wymarszu armii z gniazda i podczas jej powrotu z łupem — z wyraźną przerwą na czas nieobecności amazoнок w gnieździe. Po kilku wyprawach pobudzenie to trwa coraz dłużej i jednocześnie pojawiają się za powrotem armii pierwsze objawy ukierunkowanej reakcji, gdy pojedyncze niewolnice zaczynają zachowywać się adekwatnie do sytuacji. I wówczas ujawnia się, że reakcje te są specyficzne dla każdego z badanych gatunków niewolniczych. U *F. fusca* ogólnie pierwotnie pobudzenie znajduje ujście w rozbudowywaniu ciasnych otworów wejściowych gniazda. *F. cinerea* natomiast coraz częściej i coraz liczniej podbiera porzucane na gnieździe poczwarki, a z biegiem czasu zaczynają je czynnie odbierać przybywającym z łupem amazonkom. Opisał to już w 1810 r. Huber, nie mógł on jednak, ze względu na niewielką ilość obserwacji, skojarzyć tych faktów z określonym gatunkiem niewolniczym. Beck [2] uważał pozostawianie łupu na powierzchni gniazda przez powracające amazonki za zjawisko normalne, należy więc wnioskować, że musiał on mieć do czynienia z innymi niż *F. fusca* niewolnicami.

Odmienne u obu gatunków niewolniczych reakcje na bodźce, pochodzące z tego samego źródła, tłumaczyć można różnicami biologicznymi. Gniazdo, budowane przez niewolnice według ich gatunkowych założeń biologicznych, nie jest przystosowane do masowego przybywania armii ze zdobyczą. Mankament ten potęgowany jest przez skłonność *P. rufescens* do korzystania przeważnie z jednego i tego samego otworu. Przy powrocie armii powstaje w nim zator, powodowany przez ciżbę przepychających się mrówek ze zdobyczą niesioną w żuwaczkach. Taki stan rzeczy nieodzwrotnie musi wywoływać podniecenie wśród niewolnic. Warunki wyjścia dla *F. cinerea* z tej konfliktowej sytuacji stwarzają same amazonki:

w gniazdach z tymi właśnie niewolnicami już od pierwszych wypraw część amazecek rzuca przyniesiony łup na ziemię. Na obszarze zagospodarowanym przez kolonie *F. cinerea* każdy obcy przedmiot jest natychmiast usuwany, a zdobycz wnoszona do wnętrza gniazda. Kolonialne te mrówki znoszą zdobycz do dowolnych, szeroko u nich rozbudowanych i licznych otworów, unikając zatoru, tworzonego w jednym tylko otworze przez tłum amazecek. Gdy raz pobudzenie niewolnic zostaje skierowane w ten sposób na znoszenie poczwerek, to przy braku leżących na ziemi — zaczynają wyrywać je czynnie z żuwaczek tłoczących się amazecek. Zachowanie się takie znajduje wzmocnienie w rozkładowaniu sytuacji, ponieważ zwolnione od łupu amazunki powracają do rabowanego gniazda albo też szybciej — nie obciążone — przenikają do gniazda.

Inaczej rzecz się ma u *F. fusca*. Tylko stała furazerka tego gatunku podejmuje bez wahań leżącą na ziemi zdobycz. Przypadkowo upuszczona w tłoku poczwarka leży nieraz przez czas dłuższy, deptana przez amazunki i niewolnice. I otóż okazuje się, że w tych gniazdach amazunki nie porzucają poczwerek ani w pierwszych, ani też w późniejszych swych wyprawach, z uporem pchając się z nimi do jednego przeżwajnie otworu. Wkrótce *F. fusca* zaczyna na to reagować w sposób podobny, jak podczas lotu godowego, chociaż sytuacja jest odwrócona: tłum mieszkańców wdiera się przez ciasny otwór do wnętrza gniazda. Już sam fakt, że mrówki rozwiązują zadanie w tak bardzo zmienionych okolicznościach świadczy o plastyczności. Ale proces przystosowawczy bynajmniej nie kończy się na tej — poniekąd zgodnej z etologią gatunku — reakcji. Przez kilka dalszych kolejnych wypraw rozbudowywanie przez *F. fusca* otworu zaczyna się pod wpływem działania bezpośredniego bodźca, jakim jest tłum tłoczących się amazecek z łupem. Wkrótce jednak można zaobserwować, jak powrót już pierwszej pojedynczej amazunki wywołuje tę samą reakcję, chociaż bodziec bezwarunkowy w postaci tłoku w otworze jeszcze nie zadziałał. Przeciętnie od 10 wyprawy bodźcem, wywołującym adekwatną reakcję niewolnic, staje się samo wyjście armii z gniazda. Reakcja mrówek jest więc teraz wywoływana przez bodziec warunkowy (wyjście armii), skojarzony przez nie z bodźcem bezwarunkowym (powrót armii), występującym po 25—40-minutowej przerwie. Proces uczenia się robotnic *F. fusca* poprzez kojarzenie bodźca warunkowego z bezwarunkowym, działającym z dużym opóźnieniem, zdaje się nie ulegać żadnej wątpliwości, jakkolwiek trudno o zdobycie przejrzystych, ilościowych danych.

Samo sprzeczne z normalną naturą *F. fusca* odskanianie otworów i ujamnianie gniazda ewentualnym wrogom dowodzi jaskrawych zmian w psychice tych mrówek pod wpływem współżycia z amazekami. Wzrost agresji u *F. fusca*, będących niewolnicami *P. rufescens*, sygnalizowali Jakubisiak [19] i Dobrzańscy [6]. Objaw ten nie musi być zresztą skutkiem przystosowań etologicznych, może być także powodowany przez czynniki fizjologiczne w postaci zlizywanych przez niewolnice wydzielin amazecek.

Należy zaznaczyć, że opisywane i analizowane tu zachowania niewolnic nie muszą stanowić powszechnej dla danego gatunku *Serviformica* zasady. Nie można wykluczyć, że zmiany przystosowawcze w poszczególnych gniazdach amazecek mogą być zróżnicowane indywidualnie. Robotnice należące do gatunków niewolniczych stają się niewolnicami, nie posiadając ku temu ani wrodzonych wzorców zachowania się, ani indywidualnie nabytych nawyków, nie mając też warunków do przekazania

takowych innym społeczeństwom. Żyją bowiem w izolacji od normalnych, rozmnażających się rodzin własnego gatunku i same giną bezpotomnie.

Na szczególną uwagę zasługuje stwierdzone zróżnicowanie zachowania się amazeonek w zależności od posiadanych niewolnic, co przeczy ciężającej na nich opinii o zupełnym braku plastyczności. Jediną wzmiankę o pewnych zmianach etologicznych, zachodzących u amazeonek pod wpływem swoich niewolnic, znalazłam u Forela [14]. Według jego obserwacji sezon wypraw amazeonek zaczyna się wcześniej, gdy niewolnicami ich są *F. rufibarbis*, armia jest też wówczas bardziej zwarta i posuwa się szybciej. Forel odrzuca przy tym ewentualną supozycję, że może mieć miejsce wtórny podział *P. rufescens* na odmienne gatunki lub odmiany, w zależności od utrzymywanych przez nie gatunków niewolniczych. Ze swojej strony mogę dorzucić do tego zdania Forela dowód rzeczowy, jakim są zdarzające się z rzadka gniazda amazeonek z mieszanymi gatunkowo niewolnicami. Przeczy to istnieniu odmian genetycznie przystosowanych do konkretnych gatunków niewolnic.

Inną interpretację opisanego przez Forela przykładu proponuje Wheeler [28]. Jego zdaniem amazonki nie zmieniają się pod wpływem niewolnic *F. rufibarbis*, ale są z założenia bardziej bojowe, ponieważ zdołały zdobyć agresywne *F. rufibarbis* w charakterze niewolnic. Moim zdaniem różny poziom bojowości poszczególnych gniazd *P. rufescens* musi mieć swe przyczyny i słuszniejsze wydaje się rozumowanie Forela: bojowe niewolnice wywierają wpływ na swych gospodarzy.

Sama w sobie sprzeczna z naturą amazeonek jest stwierdzona w tej pracy ich tendencja do porzucania i oddawania łupu niewolnicom *F. cinerea*. Ale szczególnej wymowy nabiera ona przy porównaniu struktury gniazd tego gatunku z gniazdami *F. fusca*, w których takiego zachowania się amazeonek na ogół się nie obserwuje. Szeroko rozbudowane otwory gniazd *F. cinerea* stwarzają bowiem nieporównalnie dogodniejsze warunki do wnoszenia łupu, aniżeli wąskie, zakratowane otwory gniazd *F. fusca*. Zachowanie się amazeonek jest więc nie tylko zróżnicowane w zależności od gatunku niewolnic, ale znajduje się także w sprzeczności z bezpośrednio działającymi bodźcami. Wy tłumaczyć się to daje jedynie specyficznym zachowaniem się samych niewolnic, wywołującym konkretną reakcję przystosowawczą amazeonek. Nie wyjaśnia to jednak zjawiska porzucania przez niektóre amazonki łupu już od pierwszych w danym sezonie wypraw rabunkowych. Interpretacja, jaka się tu narzuca, wymaga niewątpliwie sprawdzenia eksperymentalnego. Jest mianowicie wysoce prawdopodobne, że przejawiają się w tym przypadku nawyki, nabyte przez starych żołnierzy w roku poprzednim. Należy wziąć pod uwagę, że atak, porywanie i przynoszenie poczwerek są jedynymi funkcjami żołnierzy amazeonek i że w przerwie między dwoma sezonami wypraw nie wykonują oni żadnych czynności, trwając prawdopodobnie w odrętwieniu po okresie nadmiernego pobudzenia i aktywności. (Podobny bezruch można zaobserwować po dłuższym okresie burzliwej działalności u poszczególnych robotnic wielu ruchliwych gatunków mrówek, szczególnie z rodzaju *Formica*). W takich warunkach nie trudno o przetrwanie nabytych nawyków, ponieważ nie są one zacierane przez nowe nawyki i wrażenia. Młodzi żołnierze, którzy wychodzą w danym sezonie po raz pierwszy, nie posiadają podobnych nawyków i działają zgodnie z wrodzonymi wzorcami zachowania się, wnosząc zdobycz do gniazda. Wkrótce jednak niewolnice *F. cinerea*, pobudzane porzucanymi przez zeszłorocznych żołnierzy poczwarkami, zaczynają je czynnie wy-

rywać przybywającym z łupem amazonkom, dla których bodźcem dodatnim staje się możliwość natychmiastowego powrotu do rabowanego gniazda po nową zdobycz. Czynnikiem przyspieszającym nabywanie przez amazonki tego nowego wzorca zachowania się może też być uczenie się w drodze naśladowania od starszych żołnirzy, rzucających i oddających poczwarki niewolnicom.

Wyuczone w poprzednim roku nawyki niewolnic nie mają tak dogodnych warunków do przetrwania, jakie zakładamy u amazecek. Pamiętajmy dwoma sezonami aktywności *P. rufescens* niewolnice prowadzą normalny tryb życia, podobnie, jak w gniazdach wolnych od pasożytów społecznych. Nie wydaje się bowiem, aby obecność w gnieździe biernych amazecek mogła wywierać większy wpływ na zachowanie się niewolnic. Co najwyżej można u nich oczekiwać wzrostu pobudliwości lub agresywności pod wpływem wydzielin zlizywanych z samicy, potomstwa lub żołnirzy *P. rufescens*. Pobudzenie to znajduje swe ujście, ponieważ stale przebywanie w gnieździe kilku tysięcy nieproduktywnych przez znaczną część lata osobników wymaga wzmożonej działalności w opiece i wyżywieniu społeczeństwa. Poza tym szczególnie niewolnice najprawdopodobniej prowadzą normalny tryb życia. Można więc oczekiwać, że muszą one co sezon uczyć się na nowo obcych sobie wzorców zachowania się, narzucanych im przez odbywające się przez kilka tygodni wyprawy amazecek. Z drugiej jednak strony, jeżeli powyższe rozumowanie jest słuszne, to proces uczenia się niewolnic jest ułatwiany przez zachowanie się zszlorocznych amazecek, przystosowane już do sposobu reakcji konkretnie posiadanych niewolnic.

3. PROBLEM PLASTYCZNOŚCI *P. RUFESCENS*

Wykonywanie żołnirzy amazecek jedynej funkcji społecznej, a także jednostronne badania nad tym tylko aspektem ich życia — wpłynęło na ukształtowanie powszechnego poglądu, że mrówki te zachowały jedynie zdolność do walki i rabunku, wykształcając sobie specyficzny sztywny łańcuch reakcji, wymagających ściśle stereotypowych bodźców. Tak więc Forel pisał [15] o „stałym instynkcie *Polyergus*”, w naszej pracy [6] mowa była o „sztywności zachowania się i braku plastyczności” *P. rufescens*.

Wbrew tylu jaskrawym faktom, okazuje się jednak, że teza o braku plastyczności *P. rufescens* powstała wskutek jednostronności badań oraz pod wpływem ciężącej już na psychice badaczy opinii. Fakt ucieczki amazecek przed atakiem innych amazecek przy głębszej analizie dowodzi ich plastyczności. Zachowanie się w obliczu silniejszego wroga według wzorców właściwych gatunkom *Serviformica*, których naturalną reakcją jest uciezka przed zawsze silniejszym przeciwnikiem — świadczy nie tylko o przetrwaniu utajonych wzorców zachowania się, ale też o zdolności amazecek do adekwatnego zachowania się w sytuacjach zupełnie nietypowych.

Stwierdzone w tej pracy niewątpliwie przystosowawcze zachowanie się amazecek, uzależniane od posiadanego gatunku niewolnic oraz wskazówki na przetrwanie u nich nawyków nabytych w roku poprzednim — dowodzą możliwości uczenia się tego gatunku. Dotychczas jeden tylko znany mi autor — Raignier [23] — w zdolności samic *P. rufescens* do zakładania nowych gniazd na pięć różnych sposobów upatrywał dowo-

dów na plastyczność tego gatunku, umiejętności przystosowywania się do okoliczności.

Jak pogodzić fakty te i wnioski z licznymi dowodami świadczącymi o braku plastyczności *P. rufescens*? Sztywne wymagania ściśle określonych bodźców dla wyzwalania ściśle określonych reakcji dotyczą u amazoнок elementów zachowania się, mających bezpośredni związek z pasożytniczym trybem życia: ataki, porywanie i noszenie poczwarek. Wykonując jednak tę jedyną swą funkcję pozostają amazonki czynnymi członkami społeczeństwa, co wymaga stałego kontaktowania się i przystosowywania swego zachowania się do współżyjącego z nimi i wykonującego pozostałe funkcje społeczne gatunku niewolniczego. Tak więc amazonki będąc pasożytami społecznymi pozostały zwierzętami społecznymi. We wszystkich czysto społecznych aspektach życia zachowały przynajmniej po części giętkość zachowania w zależności od konkretnej sytuacji, właściwą zwierzętom społecznym.

4. ZAGADNIENIE UWSTECZNIEŃ ZACHOWANIA SIĘ *P. RUFESCENS* POD WPLYWEM ŻYCIA PASOŻYTNICZO-SPOŁECZNEGO

Wspomniana już powyżej jednostronność badań zaciążyła na opinii, że wskutek pasożytniczego trybu życia amazonki utraciły bezpowrotnie w drodze uwstecznień wszystkie inne umiejętności, właściwe ich nie pasorytującym przodkom.

Z przedstawionej obecnie pracy wynika, że wzorce zachowań, które nie występują u amazoнок w normalnych warunkach, i na tej podstawie uznane były za znajdujące się u nich w całkowitym zaniku, mogą się ujawniać w określonych, nietypowych okolicznościach. W zetknięciu z tylko sporadycznie porywanymi młodymi mrówkami niewolniczymi amazonki ujawniają nieoczekiwane u nich napędy opieki nad potomstwem. A przecież przy skrupulatniejszym przeglądzie literatury można w niej znaleźć takie ciekawe spostrzeżenia jak Hubera o wydobywaniu przez amazonkę z kokonu młodej mrówki lub Wasmanna [26] o czyszczeniu wyzwolonych z kokonu robotnic przez przebywające w gnieździe amazonki. (Niestety obaj ci autorzy nie zaznaczyli, do jakiego gatunku opiekowane mrówki należały).

Niezwykłe okoliczności wyzwoliły u zaatakowanych we własnym gnieździe amazoнок nie spotykana u nich w normalnych warunkach reakcję ucieczki. Na domiar ucieczka ta odbywała się wzwyż, na otaczające gniazdo trawki, co szczególnie jest charakterystyczne dla będącego etologicznym przeciwieństwem amazoнок gatunku niewolniczego *F. fusca*, niezdolnego do obrony i systematycznie napastowanego we własnym gnieździe przez licznych i silniejszych wrogów. Nie można wprowadzić wykluczyć, że miało tu miejsce naśladowanie przez amazonki zachowania się niewolnic. Skłonność do naśladownictwa amazonki muszą posiadać, skoro masowa działalność rabunkowa odbywa się u nich na zasadzie wzajemnego pobudzania i podążania w kierunku wyznaczonym przez najruchliwszą grupę tzw. aktywistów [6]. Jednakże w większości sytuacji amazonki nie uzależniają swego zachowania się od pobudzenia niewolnic, które bardzo często objawia się nieporównalnie bardziej masowo, aniżeli ucieczka na trawki. Jeżeli więc nawet przyjmiemy, że w opisaney tu jednorazowej i właściwie niepowtarzalnej sytuacji amazonki naśladowały zachowanie się swych niewolnic, to wytłumaczyć by się to

dało jedynie zgodnością tego zachowania się z utajonymi założeniami wrodzonymi amazoek.

Dorzucę jeszcze dwa podobne przykłady, zaczerpnięte z literatury.

Jest powszechnie wiadome, że żołnierze amazoek — w ramach przystosowania do pasożytniczego trybu życia — muszą być karmione przez swe niewolnice. A jednak z obserwacji Adlerza [1], Wasmanna [26], Forela [14] i wreszcie z badań Gösswalda i Klofta [17] oraz Becka [2] wynika, że amazoeki nie są pozbawione zdolności do samodzielnego pobierania pokarmu, pobierają go tylko w niewystarczającej do utrzymania się przy życiu ilości.

Tak więc nie anatomofizjologiczne zdolności uległy u amazoek redukcji, lecz psychiczne zdolności, co polega prawdopodobnie na słabej motywacji napędu głodu. Widzieliśmy jednak, jak w pewnych wyjątkowych okolicznościach zadziałał utajony u nich w normalnych warunkach napęd ucieczki, który podobnie jak napęd głodu jest składową samochowawczego zachowania się zwierzęcia. Nie można więc wykluczyć, że również i samodzielne pobieranie pokarmu można u amazoek spowodować za pomocą niezwykle spotęgowania bodźców, np. w postaci domagającego się pokarmu głodnego potomstwa (w naturalnych warunkach sytuację taką trudno sobie wyobrazić, ponieważ ani larw, ani pokarmu nie może być w gnieździe amazoek, pozbawionym niewolnic). Działając w ten sposób bardzo silnie jednocześnie na dwa słabo działające, ale nie będące, jak się okazuje, w zupełnym zaniku napędy: opieki nad potomstwem i głodu — udałoby się może spowodować ujawnienie utajonych wzorców zachowania się.

Zjawisko utajonej zdolności do pracy opisuje Wilson [29] u mniej zaawansowanego, ale również obowiązkowego pasożyta społecznego — gatunku *Leptothorax duloticus*. Podobnie jak *P. rufescens* mrówki te przerzucają wszystkie funkcje robocze na swe niewolnice. Przy eksperymentalnym usuwaniu niewolnic pasożyty podejmują wiele czynności, wykazując przy ich wykonywaniu niepełną sprawność, co świadczyć może o braku wyuczenia [10]. Jednak u amazoek w odróżnieniu od *L. duloticus*, pod wpływem zaawansowanego trybu życia pasożytniczego uległy deformacji żuwaczki: z uniwersalnego narzędzia przekształciły się one w narząd li tylko walki, co w drodze sprzężenia zwrotnego spowodowało zmiany w zachowaniu się tych mrówek i uniemożliwiło im wykonywanie wielu czynności.

Można więc zakładać, że wszędzie tam, gdzie nowe wzorce zachowania się nie wywołują daleko posuniętych deformacji lub przemian morfologicznych, wzorce te mogą powstawać obok dawnych, które zachowują się w utajonej postaci. W sprzyjających okolicznościach dawne te wzorce mogą się czasem ujawniać, wzmacniając tym samym rzadko uruchamiane odruchy i chroniąc je przed całkowitym wygaszeniem. Okoliczności takie szczególnie nadarzać się mogą w warunkach ogromnej złożoności stosunków społecznych, obowiązujących, o czym była już mowa, również i w gnieździe pasożytniczym *P. rufescens*. Te zachowujące się w nim wymogi życia społecznego sprzyjają ujawnianiu się — a więc i trwaniu — utajonych form zachowania. W konsekwencji wstrzymują — moim zdaniem — normalny u pasożytów proces nieodwracalnej degeneracji psychicznej, związanej ze specjalizacją, a przejawiającej się utratą szeregu napędów i skojarzeń. Nie jest wykluczone, że teza ta może mieć zastosowanie do wszystkich znanych społeczeństw zwierzęcych:

wypaczenia i degeneracje funkcjonalne jednostek czy grup społecznych wewnątrz złożonego społeczeństwa mogą nie wywoływać u nich lub wywoływać w znacznie zwolnionym trybie trwałe zmiany psychiczne.

LITERATURA

- [1] Adlerz G. — *Myrmecologiska studier. II. Svenska myror och deras lefnadsforhallanden*. Bihang Kgl. Svenska Vet. Akad. Hdl. 11, 329, 1886. Cyt. wg. Wasmanna.
- [2] Beck H. — *Vergleichende Untersuchungen über einige Verhaltensweisen von P. rufescens Latr. und Raptiformica sanguinea Latr.* Ins. soc. 8, 1—11, 1961.
- [3] Czechowski W. — *Wyprawy rabunkowe mrówki Polyergus rufescens Latr.* Przegląd zool. 19, 449—463, 1975.
- [4] Czechowski W. — *Mixed polycalic colony of Formica (Serviformica) cinerea Mayr and Polyergus rufescens Latr.* Ann. Zool. 33, 67—76, 1975.
- [5] Dobrzańska J. — *Ethological studies on polycalic colonies of the ants Formica exsecta Nyl.* Acta Neurobiol. Exper. 33, 597—622, 1973.
- [6] Dobrzańska J., Dobrzański J. — *Quelques nouvelles remarques sur l'éthologie de Polyergus rufescens Latr.* Ins. soc. 7, 1—8, 1960.
- [7] Dobrzańska J., Dobrzański J. — *Quelques observations sur les luttes entre différentes espèce de fourmis.* Acta Biol. Exper. 22, 269—277, 1962.
- [8] Dobrzański J. — *Badania porównawcze nad zachowaniem się Polyergus rufescens i Formica sanguinea podczas wypraw wojennych po poczwarki.* Zjazd Anat. i Zool. Polskich w Krakowie, 498—499, 1959.
- [9] Dobrzański J. — *Sur l'éthologie guerrière de Formica sanguinea Latr.* Acta Biol. Exper. 21, 53—73, 1961.
- [10] Dobrzański J. — *Reakcje wrodzone i nabyte w zachowaniu się budowlanym mrówek.* Kosmos A, 19, 395—414, 1970.
- [11] Dobrzański J., Dobrzańska J. — *Ethological studies in the ant Tetramorium caespitum Mayr. II. Interspecific relationships.* Acta Neurobiol. Exper. 35, 311—317, 1975.
- [12] Emery C. — *Über den Ursprung der dulotischen, parasitischen und myrmekophilen Ameisen.* Biol. Zblt. 29, 352—362, 1909.
- [13] Forel A. — *La parabiose chez les Fourmis.* Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat. 34, 380—384, 1898.
- [14] Forel A. — *Les fourmis de la Suisse.* La Chaux-de-Fonde, 1920.
- [15] Forel A. — *La monde social des fourmis du globe.* Tome 3. Genève, 1923.
- [16] Goetsch W. — *Vergleichende Biologie der Insekten-Staaten.* Akad. V. — Ges. Geist u. Portig, Leipzig, 1953.
- [17] Gösswald K., Kloft W. — *Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen an Waldameisen.* Entomophaga 5, 33—41, 1960.
- [18] Huber P. — *Recherches sur les moeurs des fourmis indigènes.* Paris et Genève, 1810.
- [19] Jakubisiak S. — *Mrówki okolic Przybyszewa.* Ann. Univ. M. C.-S. 3, 319—353, 1948.
- [20] Kutter H. — *Myrmekologische Beobachtungen 1951.* Ins. soc. 1, 21—27, 1952.
- [21] Pisarski B. — *La structure des colonies polycaliques de Formica (Coptoformica) exsecta Nyl.* Ekologia Polska 20, 111—116, 1972.
- [22] Pisarski B. — *Struktura społeczna Formica exsecta Nyl. i jej wpływ na morfologię, ekologię i etologię gatunku.* 1973.
- [23] Raignier A. — *La caracter primitif de l'instinct esclavagiste chez les formicines.* Arch. Néerland. Zool. 3, 1938.

- [24] Sakagami S. F., Hayashida K. — *Work efficiency in heterospecific ant groups composed of hosts and their labour parasites*. Anim. Behaviour 10, 96—104, 1962.
- [25] Wasmann E. — *Ursprung und Entwicklung der Sklaverei bei den Ameisen*. Biol. Zblt. 25, 117—291, 1905.
- [26] Wasmann E. — *Das Gesellschaftsleben der Ameisen*. Münster, 1915.
- [27] Wheeler W. M. — *An interpretation of the slave-making instincts in ants*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 21, 1—16, 1905.
- [28] Wheeler W. M. — *Ants, their structure, development and behavior*. Columbia Univ. Press, N. York, 3rd printing, 1960.
- [29] Wilson E. O. — *Leptothorax duloticus and the beginnings of slavery in ants*. Evolution (USA) 29, 108—119, 1965.
- [30] Zakharov A. A. — *Nekotoryye voprosy kolonialnosti u muraviev Formica* s. str. Zool. Zhurnal 47, 1659—1671, 1968.

CHOROBY I SZKODNIKI JAŁOWCA *JUNIPERUS COMMUNIS* L. I ICH ZNACZENIE DLA ROLI JAŁOWCA W PRZYRODZIE

Przegląd literatury o jałowcu, a zwłaszcza opracowania autorów słowackich (Vajčik V., 1962: *Borievka-pionierska drevina krasov*. Les nr 18; Volný S., 1963: *Kořenový systém jaľovce obecného Juniperus communis L.ssp communis, ve vstachu k'ochranie pudy*. Les nr 2 oraz Volný S., 1964: *Vliv jaľovce obecného Juniperus communis L. v infiltrácii schopnosť pudy*. Sborník Vysoke Školy Zemedelske. Brne), oraz długoletnie obserwacje i kilkunastoletnie badania autora niniejszego [1] wystarczająco udowodniły, że rola jałowca *Juniperus communis* L. w przyrodzie jest niezwykle dodatnia.

Szczególnie dodatnie znaczenie uzasadnione zostało w odniesieniu do pionierskiej roli jałowca na terenie odkrytym jako wstępna formacja leśna oraz wpływ jego na glebę i współbytujać z nim sosnę, zwłaszcza w macierzystym, ubogim borze sosnowym [1].

Udowodnione zostało również wielkie znaczenie jałowca w biocenozie lasu, w jego oddziaływaniu na pobudzenie symbiotycznych powiązań: edafon-grzyby naziemne-roślinność runa-jałowiec-sosna oraz jego korzystny wpływ na zdrowotność współbytujać z nim sosny *Pinus sylvestris*. Główną przyczyną tego jest niewątpliwie wzmocnienie odporności środowiska poprzez bogaty system korzeniowy — suma korzeni 40-letniego jałowca dochodzi do 1 km długości — oraz wydzielane przez niego bakterio-grzybo i owadobójcze substancje eteryczne, tzw. fitoncydy [2].

Ze szkodników jałowca przemożne znaczenie ma zwłaszcza znamionek jałowcowy, opracowany po raz pierwszy i szczegółowo przez St. Kapuścińskiego [3, 5]. Znamionek właśnie głównie determinuje wartość szyszkogód dla celów hodowlanych. Badania w tym zakresie w szkołkach leśnych jałowcowo-sosnowych [1] udowodniły, że słabe często wschody siewek jałowca są przyczyną głównie zbierania i wysiewania bezwartościowych szyszkogód jałowca z wyzartym zwłaszcza załączkiem przez znamionka.

Obecnie przystąpimy do omówienia chorób [6, 8, 10], a następnie owadzich szkodników [3, 5, 7] jałowca.

1. CHOROBY I PASOŻYTY JAŁOWCA

Na jałowcu *Juniperus communis* L. występuje dość znaczna ilość różnych gatunków szkodliwych grzybów. Dzięki wielkiej odporności biologicznej jałowca, zwłaszcza na odpowiednich dla niego siedliskach borów świeżych, większość chorób nie ma konkretnego znaczenia gospodarczego.

Kilkuletnie obserwacje [1] stwierdziły, że w szkołkach (kwaterach) jałowcowych, zakładanych w szkołkach sosnowych, nawet w wypadku

zaatakowania *Pinus silvestris* przez osutkę *Lophodermium pinastri* L. nie stwierdzono występowania na siewkach jałowca żadnych chorób. Siewki zaś sosny, hodowane w sąsiedztwie jałowcowych, były w mniejszym stopniu porażane przez osutkę. Sprawa ta jest tak istotna, że powinny być w tym zakresie przeprowadzone dokładne badania przez specjalistów fitopatologów.

Słabo dotychczas zostały zbadane szkodniki bakteryjne jałowca. Szkodniki grzybowe opracował najlepiej z polskich autorów H. Orłós [8, 10] i K. Mańka [6].

W czasie własnych badań nad *Juniperus communis* [1] poczyniono też szereg praktycznych spostrzeżeń co do bezsprzecznie pozytywnego oddziaływania jałowca na zdrowotność sosny *Pinus silvestris*, współbytujującej z *Juniperus communis*, jakkolwiek bliżej żadnym ze szkodników nie zajmowano się.

Choroby atakujące *Juniperus communis* można podzielić w czworaki sposób.

Na jałowcu pospolitym występują choroby mające pewne tylko znaczenie gospodarcze.

Pod względem systematycznym występują na nim: podstawczaki bedłkowate, żagwiowate, rdzawnikowe, Fungi imperfecti, workowce i pasożytnicze rośliny kwiatowe, podobne do jemioli *Viscum album*.

Ze względu na atakowany organ — jedne choroby występują na pędach głównych lub bocznych, drugie na igliwiu itp.

Ze względu na żywiciela: u niektórych grzybów wszystkie stadia rozwojowe występują na jałowcach, inne wymagają dla pełnego rozwoju dwóch żywicieli, z których pierwszym jest z reguły jakiś gatunek liściasty (krzew lub drzewo), a drugim jest jałowiec *Juniperus communis* lub inny gatunek tego rodzaju.

Należałoby też wyodrębnić choroby, atakujące wyłącznie *Juniperus communis* oraz choroby, atakujące najpierw *Pinus silvestris* drzewostanu macierzystego, a dopiero wtórnie *Juniperus communis* np. podszytowy.

Dla maksymalnej przejrzystości przeglądu licznych chorób jałowca omówione zostaną najpierw choroby mające pewne znaczenie gospodarcze, w układzie systematycznym, a następnie choroby o znikomym lub praktycznie żadnym znaczeniu gospodarczym, dość ogólnikowo, z podziałem jednak na występujące na pędach i igłach oddzielnie.

A. CHOROBY O PEWNYM ZNACZENIU GOSPODARCZYM

Jakkolwiek praktyczne znaczenie chorób rozpoznanych dotychczas jałowca jest na ogół niewielkie, omówimy je tutaj choćby dlatego, że — w pewnych okolicznościach — mogą w przyszłości nabrać większego znaczenia.

Podstawczaki bedłkowate

W grupie tej został dokładniej opracowany właściwie tylko jeden gatunek grzyba, mającego znaczenie dla *Juniperus communis*. Jest on zresztą groźnym szkodnikiem naszej rodzimej sosny zwyczajnej *Pinus silvestris*.

Armillaria mellea Vahl. — opieńka midowa. Grzyb ten atakuje korzenie i dolne części *Pinus silvestris*, *Picea excelsa*, *Betula verrucosa*, *Carpinus betulus*, a dopiero następnie współbytujący z nimi *Juniperus communis*. Jałowiec ulega przy tym tej chorobie rzadziej i w mniejszym

stopniu. Przy gromadnym występowaniu w podszycie *Juniperus communis* opieńka *Armillaria mellea* przy tym rzadziej atakuje i współbytujać z nim sosnę *Pinus silvestris*. Dzieje się tak najprawdopodobniej dlatego, że jałowiec zmniejsza — jak udowodniono — zakwaszenie gleby [1], które sprzyja rozwojowi tego grzyba.

Grzybnia występuje w drewnie korzeni i dolnej części pędów głównych. Owocniki twarde, wieloletnie, niekształtne, wzrastają na odsłoniętych korzeniach albo w rejonie szyi korzeniowej. Barwa rureczek śnieżnobiała, zeszlorocznych — szara. Grzyb ten powoduje ciemną, wewnętrzną zgniliznę drewna. Zwalczanie: karczowanie pniaków drzew zaatakowanych, usuwanie zaatakowanych jałowców oraz kopanie rowków izolacyjnych, jak przy sosnie.

Podstawczaki żagwiowate

I w tej grupie jest tylko jeden większy szkodnik, również wspólny dla sosny i jałowca — *Trametes radiciperda* Hart, wrośnik korzeniowy, huba korzeniowa. I ten grzyb atakuje jałowiec wtórnie, występowanie zaś obfite jałowca ogranicza jego zgubne działanie.

Podstawczaki rdzawnikowe

Bliżej zbadane zostały w tej grupie grzybów pasożytniczych *Juniperus communis* 4 gatunki.

Gymnosporangium claviforma Rees. (Jack.) D. C. — rdzawnica głógowo-jałowcowa. I stadium, wiosenne występuje na liściach głógów *Crataegus* sp., w postaci poskręcanych wyrostków, barwy żółtawobrazowej. II stadium letniego — jak zresztą i u 3 pozostałych gatunków — brak. III stadium — zimowe, „utrwalnikowe” występuje na pędach II rzędu *Juniperus communis*, w postaci jęczyczkowatych, postrzępionych, żółtobrazowych wyrostków. Zwalczanie: usuwanie — w wypadku silnego zaatakowania — albo głógów, albo jałowca, z pozostawianiem gatunku bardziej deficytowego w danym rejonie.

G. juniperinum Wint. — rdzawnica jarzębinowa-jałowcowa. Wiosenne stadium występuje na liściach jarzębiny *Sorbus aucuparia* L., w postaci żółtobrazowych plamek i wyrostków. Stadium zimowe występuje na pędach II rzędu jałowca, w postaci 12 — cm jak poprzednio — jęczyczkowatych, pokręconych wyrostków, żółtobrazowych. Zwalczanie jak poprzedniego.

G. sabinae (Dick.) Wint — rdzawnica gruszo-jałowcowa. Stadium wiosenne występuje na liściach grusz *Pirus* sp różnych gatunków, w postaci rdzawych plam i wyrostków. Stadium zimowe występuje najczęściej na pędach jałowca *Juniperus sabina*, rzadziej *Juniperus communis*. Pędy jałowca nabrzmiewają wrzecionowato. W kwietniu wyrastają z tych nabrzmień najpierw brunatne, później brunatnożółte, galerowate utwory, w kształcie jęczyczków, długości do 1,5 cm, tworząc teleutinia, wyglądające okazale po deszczu. Zwalczanie jak poprzednich.

G. tremelloides A. Br. — rdzawnica jabłoniowo-jałowcowa, I stadium, wiosenne występuje na liściach *Malus silvestris* lub *Sorbus torminalis*, w postaci rdzawych plam i wypukłości. Stadium zimowe występuje na pędach *Juniperus communis*, w postaci nieregularnych, galaretowatych mas, żółtobrunatnej barwy. Zwalczanie jak poprzednich.

Fungi imperfecti

W tej grupie zostały bliżej poznane i opisane 3 gatunki grzybów. *Pestalozzia funerea* Desm.

Z gatunków rodzimych występuje grzyb ten na jałowcu i buku, niezależnie jednak od siebie.

Rozwój grzybni powoduje zamieranie żywej kory na pędach. W porażonym miejscu powstaje charakterystyczne przewężenie, a nad nim zgrubienie, z wyciekami żywicy. Porażenie gałęzi łatwo powoduje zmarznięcie na śmierć. Jedynym zwalczaniem jest wycinanie i palenie porażonych pędów.

Clastarosporium glomerulosum Sacc. Grzyb ten występuje wyłącznie na jałowcu. Grzybnia rozwija się w przestrzeniach międzykomórkowych w igłach, powodując ich opadanie. Zarażenie następuje przez szparki oddechowe. Grzyb ten powoduje dość często brunatnienie igieł. Według własnych obserwacji [1] grzyb ten powoduje dość znaczne niekiedy wypadki jałowców podszytowych, rosnących pod silniejszym okapem macierzystego drzewostanu sosnowego. Warto, by fitopatolodzy zajęli się opracowaniem skutecznej metody zwalczania.

W o r k o w c e

Herpotrichia nigra Hart. — czerń kosówka. Grzyb ten występuje na jałowcu *Juniperus communis* i *J. nana* jedynie w górach. Charakterystycznym objawem jest czarny nalot na igłach. Strzępki grzybni wnikają przez szparki oddechowe igieł, powodując zamieranie nie tylko igieł, ale i pędów. Na zewnątrz pojawiają się liczne, kuliste, płaskie, od dołu owłosione, czarnawe peripetia z zarodnikami stadium workowego. Najgroźniejsze szkody powodują wśród młodych jałowców. Wskazane zwalczanie: wycinanie porażonych pędów oraz obumarłych jałowców.

B. CHOROBY BEZ WIĘKSZEGO ZNACZENIA GOSPODARCZEGO

Jak wcześniej zaznaczono, choroby te zostaną uszeregowane wg atakowanych „organów”.

U s z k o d z e n i a p ę d ów

Areutobium oxycedri M. Bieb. Należy do roślin kwiatowych i podobny jest nieco do jemioły. Występuje głównie w południowej Europie.

Inne szkodliwe rośliny, w formie grzybów pasożytniczych, również nie występują u nas.

Peniophora (Fr.) Brink. niekiedy u nas występuje. Wykształca charakterystyczne owocniki wieloletnie, szare, z brunatnym odcieniem. Są one najpierw cienkie, skórzaste, jakby posypane mąką. Następnie grubieją, drewnieją i opadają kawałkami.

U s z k a d z a n i e i g i ę ł

Hendersonia folicola Berk. Pasożytniczy ten grzyb można rozpoznać po występowaniu drobnych, czarnych, kulistych, litych piknidiów na porażonych igłach. Następuje jednocześnie brunatnienie i obumieranie igieł. Większe szkody powoduje u nas rzadko, najczęściej w silnie ocienionych podszytach jałowcowych.

Lophodermium juniperinum (Fr.) de Not — osutka jałowcowa. Występuje głównie w górach. Owocnikuje na nie opadłym jeszcze igliwiu.

Neopeckia Coulferi (Peck.) Sacc. występuje tylko w Tatrach. Objawia się w formie czarnych nalotów na igłach.

Według H. Orłosa [10] z pasożytniczych grzybów, których głównym żywicielem jest *Juniperus communis*, występują u nas w borach sosnowych poniższe gatunki grzybów, mające pewne znaczenie praktyczno-gospodarcze.

Lophodermium juniperinum (Fr.) de Not. występuje dość pospolicie wszędzie na igłach *Juniperus communis*, najczęściej w typie Pineto Cal-

lunetum oraz w *Pineto-Vaccinietum myrtilli* i w *Pineto-Festucetum* — (wg starego nazewnictwa).

Gymnosporangium juniperi Dink. — rdza jarzębinowa-jałowcowa występuje dość pospolicie na liściach *Sorbus aucuparia*, a następnie *Juniperus communis* w *Pineto-Festucetum*.

Do grzybów, występujących raz jako pasożyty, innym razem jako saprofity zalicza H. Orłó 2 gatunki.

Fomitopsis annosa — pniarek korzeniowy. Występuje on głównie w *Pineto-Muscinetum*, z dominującymi w runie mchami *Musci*, *Vaccinium myrtilli* i *V. vitis idaea*, *Calluna vulgaris*, na podszytowych jałowcach i dębach.

Phellinus pini — czerń sosnowa. Występuje w *Pineto-Vaccinietum myrtilli* oraz *Pineto-Callunetum* na podszytowych jałowcach.

Na zakończenie omawianych chorób jałowca *Juniperus communis* należałoby podkreślić z naciskiem, że — w związku z udowodnionym wielkim znaczeniem hodowlano-biocenotycznie-produkcyjnym jałowca w ubogich borach sosnowych — należałoby poddać rewizji, które bakterie i grzyby powodują groźne dla jałowca choroby; przy czym wskazane jest dokładniejsze ich opracowanie przez fitopatologów.

2. SZKODNIKI OWADZIE

Szkodniki owadzie, występujące na *Juniperus communis* z naszych autorów najszerszej opracował M. Nunberg [7]. Najważniejsze szkodniki szyszkojagód najdokładniej opracował St. Kapuściński [3, 5]. Wiele ciekawych wniosków nasunęły też własne obserwacje [1].

Na wstępie trzeba podkreślić, że przez owady szkodliwe atakowane są również — podobnie jak przez grzyby — niemal wyłącznie jałowce podszytowe, i to głównie rosnące pod silnie zwartym macierzystym drzewostanem.

Praktycznie biorąc, konkretne znaczenie gospodarcze mają obecnie głównie szkodniki szyszkojagód, oraz liczne szkodniki, występujące na jałowcu z reguły wtórnie, w wypadku nadmiernego rozmnożenia się szkodnika na *Pinus silvestris*.

A. SZKODNIKI IGIEŁ

Z dwunastu, zaliczonych do tej grupy szkodników owadzych omówimy tylko te, które występują najczęściej w większym nasileniu.

Dasychira pudibunda L. (Mo) — szczotecznicza szarawka. Na IV—VII pierścieniu znajduje się od strony grzbietowej gasienicy po 1 dużym pędzlu. Widoczne są wyraźnie czarnoaksamitne plamki. Na XI pierścieniu — bardzo długi pędzel barwy od siarkowożółtej, poprzez czerwoną, do czarnej. Długość ciała gasienicy 3,5—4,5 cm. Żer od połowy VI do końca IX. Przednie skrzydło motyla z charakterystycznym rysunkiem, *Lymantria (Ocoeria) monacha* L. (Mu) — brudnica (rzapicha) mniszka. Na XI pierścieniu gasienicy o 8 parach odnóży znajduje się po 6 małych brodawek, z pęczkami długich włosów. Po stronie grzbietowej biegnie ciemny pas, zaczynający się sercowatą plamą na II pierścieniu. Na VI i VII pierścieniu pas ten przerywa jasna plamka. Barwa ciała zmienna: od jasnoszarobrunatnej do prawie czarnej. Długość ciała gasienicy 4—5 cm.

U motyli charakterystyczny rysunek na skrzydłach. Żer gąsienicy od końca IV do końca VII.

Cacoecia piceana L. (Mu) — zwójka sosnowa. W wypadku silnej gradacji czy inwacji na *Pinus silvestris* atakuje również jałowiec. Gąsienica ma 8 par odnóży. Na zielonym tle widoczne są ciemne brodaweczki, z pojedynczymi szczecinkami. Główka czarna lub czarnobrunatna. Za tarczka znajduje się przedzielona na pół plama. Nad otworem odbytowym ciemna plama. Długość ciała gąsienicy 2 cm. Żer V i VI. Charakterystyczne oplatanie przędzą po kilka pędów rocznych razem. Wewnątrz tego oprzędu gąsienica ogryza igły. Powtórny żer VIII. Na skrzydle motyla znajduje się charakterystyczny rysunek: u samca inny, u samicy inny.

B. SZKODNIKI PACZKÓW

Paczki zniekształcają dość często 4 szkodniki, które zostaną tu omówione.

Schmitiella gemmarum Rubs. (Mu). Charakterystyczna jest mączkowata wyrośl ok. 3 cm długości, złożona z igieł tylko jednego okółka. Igły są skrócone i rozszerzone. Wewnątrz wyrośli znajduje się pomarańczowa larwa, bez nóg i z niewidoczną głową.

Olignotrophus juniperinus L. (Mu). Wyróśl złożona jest z 3—4 spiczastych okółków. Igły okółka zewnętrznego są skrócone i szerokie, drugiego zaś — dłuższe a węższe. W komorze znajduje się bardzo mała, pomarańczowa larwa. W miarę dojrzewania wyrośli końce igieł odchylają się na zewnątrz.

O. Schmiddti Rubs. (Mu). Jasna wyróśl złożona jest z 3—4 okółków, ok. 6 cm długości. Igły zewnętrzne okółka są krótsze i odchylone na zewnątrz. Wewnątrz wyrośli znajduje się czerwona larwa.

O. pantelli Kief. (Mu). Wrzecionowata, zaostrozona wyróśl dochodzi do 12 cm. Dłuższe, zewnętrzne igły okółka okrywają zupełnie krótsze igły wewnętrznego okółka. Wewnątrz wyrośli znajduje się pomarańczowa larwa. Uszkodzenia wewnątrz gałązki powoduje *Argyrestia arcenthina* Tiel. (Mu). Uszkadza ona końce gałązek, deformuje pędy. Gąsienica ma wyraźnie wykształconą głowę i odnóży.

C. USZKODZENIA MIAZGI TWÓRCZEJ, ŁYKA I DREWNA

W kambium, łyku i drewnie żerują dwa szkodniki. Występują jednak raczej rzadko.

Anthezia quadripunctata L. (Ch) — kwietniczek czterokropkowy. W żerowiskach występują tylko chodniki larwalne, o nieregularnym przebiegu, zapchane trocinkami ułożonymi w łukowate pasemka, chmurkowato. Larwa odznacza się silnie spłaszczonym, rozszerzonym tułowiem. Wąski odwłok, wobec silnie rozwiniętego tułowia, wygląda jak ogonek. Niewielki, ok. 1 cm chrząszcz ma charakterystyczną — średniokrępa budowę.

Phloeinus thujae Perr. (Ch) — spuchlik jałowcowiec. Żerowisko składa się nie tylko z chodników larwalnych, ale i 2 macierzystych. Te ostatnie biegną w dwóch kierunkach, równoległe do włókien, ale są przesunięte względem siebie i dochodzą do 4 cm długości. Chodniki larwalne

kończą się kolebkami poczwarkowymi. Beznogie larwy mają wyraźnie wykształconą głowę. Brunatnoszary, silnie sklepiony chrząszcz ma 1—2 cm długości. U samca na ścięciu III międzyrzędu pokrywy znajduje się silny grzebyk wyrostków. U samicy jest on znacznie słabiej wykształcony.

D. USZKODZENIA KORY

Uszkodzenia kory powoduje 4 szkodniki. Nie występują jednak na szczęście często.

Hylobius abietis — szeliniak świerkowy oraz *H. pinastri* — szeliniak sosnowy. Korę ogryza z zewnątrz chrząszcz o głowie wyciągniętej w długi ryjek. Ciemnobrunatny chrząszcz ma płowordzawe smugi na przedpleczu. Na rudopłowych pokrywach występują przepaski, złożone z drobnych, luźnych plamek. Nieregularne żerowisko sięga aż do drewna. Chodniki drażone są najczęściej w okolicy zgrubień, wywołanych przez grzyb *Gymnosporangium juniperinum* Wirtm.

Sesia cephiformis Ochsh. (Mu) — przeziernik. Mimo wyglądu zewnętrznego przeziernik jest motylem. Na ostatniej parze odnóży odwłoka gasienicy, na poszewkach, znajduje się tylko przedni łuk haczyków. Gąsienica jest białoszara, prawie naga, z ciemną głową i tarczką.

Laspeyresia duplicata Zett. (Mu). Brudnobiała gąsienica ma głowę i tarczkę brunatną. Skrzydło przednie motyla z charakterystycznym rysunkiem.

Loboesia permixtana Hub. (Mu). Gąsienica zielonkawa lub czerwono-brunatna ma białe brodaweczki, a głowę i tarczkę jasnobrunatne. Gąsienica żeruje VII i IX. Przednie skrzydło z charakterystycznym rysunkiem i krótkimi włoskami.

E. SZKODNIKI SZYSZKOJAGÓD I NASION

Ze wszystkich szkodników, które występują na *Juniperus communis*, najgroźniejsze ze względów gospodarczych są szkodniki szyszkojagód. S. Kapuściński [3—5] wymienia ich 5. Znamionek jałowcowy *Maegastigmus Kuntzei* Kap. (Bł.). *Hymenoptera. Chalcididae*.

Szyszkojagoda zostaje uszkodzona wewnątrz, przez wyjedzenie jądra nasiennego. Wygryza je biała larwa beznoga, żerująca VIII—IX. Wylęgła wewnątrz błonkówka wychodzi otworem z boku szyszkojagody. Są więc dwa otworki: mniejszy wlotowy, i większy — wylotowy. Charakterystyczny rysunek na przednim skrzydle. Obserwuje się całe połacie jałowczysk, silnie zaatakowane przez tego groźnego szkodnika. Niekiedy trudno jest znaleźć szyszkojagody nie uszkodzone przez niego. Jest to jedna z ważniejszych przyczyn, dla których zbiór szyszkojagód dla wysiewu powinno się przeprowadzać w końcu lipca, początku sierpnia, gdy szyszkojagody są czerwone i łatwiejsze do wschodów (krócej przelegują), a jednocześnie z zarodkiem nasion nie uszkodzonych jeszcze przez znamionka.

Szpacieł sosnowiec *Eriophos quadrisetosus* Thoms. z rzędu Roztocze. Opanowuje szyszkojagody, które są rozcięte na wierzchołku z odsłoniętymi nasionami płonymi.

Tarczynek jałowcowy *Diaspis visci* jest pluskwakiem czerwcowatym. Występuje również na *Viscum album*. Uszkodzenia w formie cha-

rakterystycznych zagłębień na powierzchni szyszkojagody. Selednica jałowcowa *Chlarochroea juniperina* L. jest pluskwakiem tarczkwatym. Uszkodzenia w formie wyraźnych otworów w szyszkojagodzie, innych jednak jak u znamionka.

Liciniak jałowczyk *Argyrestia praecocella* Zill (Mu). Uszkodzenia wewnątrz szyszkojagód powoduje zielona gąsienica o 8 parach nóg. Żer VIII—IX. Po wyjedzeniu miąższu gąsienica wychodzi otworem z boku szyszkojagody. Skrzydło przednie o charakterystycznym rysunku.

3. ZDROWOTNOŚĆ JAŁOWCA

Ogólne wiadomości o chorobach i szkodnikach jałowca, nabierającego coraz większego znaczenia w nowoczesnej, racjonalnej gospodarce leśnej, są niezbędne dla każdego postępowego leśnika bądź szerzej przyrodnika, parającego się ochroną lasu bądź szerzej przyrody.

Ze względów praktyczno-gospodarczych jest to niezbędne dla ustalenia choćby, jakie choroby czy szkodniki mają w danym rejonie podstawowe znaczenie, aby podjąć z nimi walkę, bądź uniknąć tak istotnych błędów, jak zbiór „podziurawionych”, bezwartościowych szyszkojagód jałowca do wysiewu w szkółkach, bądź dla zorientowania się osobiście, jaki jest dynamizm rozwojowy jałowczysk, a zatem i ich pośrednio dodatni wpływ na środowisko itp. Lecz nawet w wypadku, gdy ustalimy, że aktualnie nie występują groźne żadne choroby czy szkodniki *Juniperus communis* — nie dotyczy potrzeba tego sprawdzenia znamionka jałowcowego *Megastigmus Kuntzei* i ewentualnie innych szkodników szyszkojagód — gdyż — jak wykazały własne badania i obserwacje [1] — ten groźny szkodnik szyszkojagód jałowca występuje groźnie prawie zawsze i wszędzie, to zawsze niezbędne jest jak najdokładniejsze ustalenie zdrowotności jałowca — choćby z jego zewnętrznego wyglądu — do czego nie jest niezbędna nawet znajomość dokładniejsza chorób i szkodników wszystkich jałowca.

Ustalenie zdrowotności jałowca *Juniperus communis* nie tylko dostarcza nam rzeczowego i obiektywnego materiału przy ustalaniu, czy np. niezbędne jest podjęcie walki z określonym szkodnikiem, ale staje się parametrem, ilustrującym — choćby tak istotnego dla całego środowiska, nie wyłączając drzew drzewostanu macierzystego, zwłaszcza w ubogich borach sosnowych, ogólnego dynamizmu rozwoju jałowca. Groźne bowiem choroby bądź szkodniki determinują wszak, tj. obniżają zarówno wpływ jałowca np. na głębę oraz na rozwój np. sosny macierzystego dla danych jałowczysk boru [1].

Jałowiec jest gatunkiem wybitnie żywotnym i dynamicznym. Jest też bardzo odporny na wszelkiego rodzaju szkodniki bakteryjne (bardzo słabo dotąd zbadane) grzybowe i owadzie itp., wchodzi bowiem w grę również zwierzyna czy nawet do dziś (niestety jako szkodnik potencjalny) i człowiek. Odporność swą na choroby i szkodniki oraz dynamizm rozwojowy zawdzięcza jałowiec — jak już podkreślaliśmy — choćby niezmiennie silnemu rozwojowi systemu korzeniowego itp. oraz wspomnianym wcześniej, wydzielanym przez siebie fitoncydom. Te ostatnie — jak wiemy — zapobiegają chorobom oraz ograniczają nadmierne rozmnożenie się szkodników.

Warto więc przeprowadzić dokładną analizę stanu zdrowotnego jałowca w skrajnie różnych warunkach rozwojowych, a więc na odkrytej

przestrzeni i w podszytach. Czynnikiem minimum wg Liebiga jest w wypadku jałowca niewątpliwie światło, oczywiście ściśle biorąc — czynnikiem minimum w odniesieniu do warunków klimatycznych. Przykładowo oprzemy się na danych uzyskanych na terenie jak najbardziej reprezentatywnym na niżowej Polsce dla jałowca, z terenu Kampinoskiego Parku Narodowego.

Otrzymany z bogatego materiału poznawczego (kilka tysięcy egzemplarzy) jałowca na odkrytej przestrzeni rosnącego oraz tyleż w jałowczyskach podszytowych (średni udział różnych stopni zdrowotności jałowca w skrajnie różnych warunkach ekologicznych) zestawiono w załączonej statystycznej tabeli. 1.

Tabela 1

Statystyczne porównanie procentowego udziału różnych stopni zdrowotności *Juniperus communis*

Stopień zdrowotności	Procentowy udział		Różnica
	na odkr. pow.	w pods.	
Zdrowe	92%	71%	21 istotna
Chore	6,5%	17%	10,5 istotna
Martwe i obumierające	1,5%	12%	10,5 istotna

Jak wynika z przytoczonych danych, znacznie wyższą zdrowotność wykazuje jałowiec na przestrzeni odkrytej, o pełnym dostępie światła bezpośredniego, znacznie gorszą — w podszytach, zwłaszcza w dużym zwarcu. Wykazała to analiza zdrowotności jałowca na poszczególnych powierzchniach badawczych.

*

W zakończeniu warto podkreślić jeszcze parę uwag natury ogólnej.

Znaczenie dla biocenozy lasu, zwłaszcza w ubogich borach sosnowych, ma nie tyle umiejętność rozpoznawania konkretnego szkodnika *Juniperus communis*, ile ogólny stan zdrowia miejscowych jałowców, analizowany pod kątem niezbędnych warunków rozwojowych dla pełnego zdrowia i tężyzny jałowczysk, a zatem możliwości jak najbardziej korzystnego oddziaływania przezeń na środowisko. Poza znamionkiem jałowcowym *Magastigmus Kuntzei*, na właściwych dla siebie siedliskach, jałowiec na razie nie ma groźnych szkodników, ani sensownej walki jak dotąd z nimi nie prowadzi.

Ogólnie trzeba jeszcze raz podkreślić, że *Juniperus communis* rosnący w odpowiednich dla siebie warunkach, opiera się skutecznie wszelkim chorobom i szkodnikom, jeśli tylko zdrowa jest towarzysząca mu sosna. Jednocześnie — przypominamy — bogate i dynamiczne jałowczyska zabezpieczają skutecznie *Pinus silvestris* przed atakowaniem jej np. przez osutkę *Lophodermium pinastri* czy zwójki, jak *Cacoecia piceana* L., *Evetria* (Tortrix) *buoliana* Schiff., *Evetria turionana* Hb., *E. resinella* L., jak stwierdzono na podstawie spostrzeżeń w czasie obserwacji i badań nad jałowcem w Kampinoskim Parku Narodowym [1].

Wielka odporność *Juniperus communis* na choroby i szkodniki idzie w parze z nie mniejszą jego żywotnością. Nietrudno o tym przekonać się.

Łatwo bowiem znaleźć na każdym terenie „jałowcowym” nadłamane i odarte niemal całkowicie z kory i łyka okazy *Juniperus communis*, które wykazują pełnię żywotności.

Opracowanie zakończyć warto apelem do wszystkich leśników i innych przyrodników specjalistycznych o zwrócenie baczniejszej uwagi na ochronę jałowca i docenienie jego szczególnie dodatniej roli w lesie, a zwłaszcza w ubogich borach sosnowych.

LITERATURA

- [1] Bobiński J. — *Jałowiec pospolity i jego rola w lesie*. PWRiL. ss. 84, 36 ilus. tr. Poz. bibl. 30, 1974.
- [2] Grzywacz A. — *Fitoncydy lasów*. Żyjmę Dłużej. PZW. Lek. 4, 1971.
- [3] Kapuściński St. — *Znamionek jałowcowy Megastigmus Kuntzei sp. Hymenoptera, Chalcididae, szkodnik nasion jałowca pospolitego Juniperus communis L.* IBL. Ser. A nr 47, 1946.
- [4] Kapuściński St. — *Megastigmus Kuntzei Kap. spotted juniper Wasp. Hymenoptera, Chalcididae, Torymidae. A destruction insect feeding seeds of common juniper Juniperus communis L. and other insects of the Genus Megastigmus Dalm. injure the seeds of Cupressaceae*. Warsaw. The Centr. Inst. Scientific and Econ. Infor. 8° ss. 104, mapa
- [5] Kapuściński St., Borusiewicz A. — *Przyczynek do znajomości rozszedlenia w Polsce szkodników nibyjałóg i nasion jałowca Juniperus communis*. Kraków
- [6] Mańka K. — *Fitopatologia leśna*. PWRiL s. 172—173, 1960.
- [7] Nunberg M. — *Uszkodzenie drzew i krzewów leśnych, wywołane przez owady*. s. 184—194 (jałowiec). 1964
- [8] Orłowski H. — *Przewodnik do oznaczania chorób i zgnilizny drewna*. PWRiL. Warszawa 1951
- [9] Orłowski H. — *Fitopatologia leśna*. PWRiL 1952
- [10] Orłowski H. *Próba oceny funkcji ekologicznej grzybów, występujących w Puszczy Kampinoskiej*. Prace IBL nr 283, 1965
- [11] Włoczewski T., Kędzierski Zb. — *Metodyka leśnych badań hodowlanych*. PWRiL 1965.

REAKCJE OBRONNE U OWADÓW

Definicja „odporność” napotyka na liczne trudności w miarę gromadzenia się coraz to nowych faktów, świadczących o złożoności mechanizmów i zjawisk składających się na ich powstanie i przebieg. Termin „oporność” (*resistentio*) jako wyraz niewrażliwości nieswoistej w przeciwieństwie do „odporności” (*immunitas*) obecnie zanika coraz bardziej. Fleck wprowadził pojęcie obronności, które miało oznaczać całości kształt urządzeń i funkcji organizmu warunkujących stany odporności. W tym nowym pojęciu autor zawarł wszystkie funkcje odpornościowe organizmu zarówno swoiste, jak i nieswoiste.

Przyjął się dziś podzielić na dwa rodzaje odporności: 1) odporność naturalna, która nie ma cech swoistości immunologicznej; jest to stan niewrażliwości ustroju uwarunkowany istnieniem odziedziczonych właściwości biologicznych; 2) odporność nabyta, swoista pod względem immunologicznym.

Zagadnienie obronności z punktu widzenia patologii owadów zostało omówione przez szereg autorów między innymi [1, 2, 14, 24].

U owadów powszechnie występuje obronność komórkowa. Na mechanizm tej odporności składają się w głównej mierze czynniki fizjologiczne i mechaniczne. Szczególnie ważnym czynnikiem odporności owadów na infekcję jest zjawisko fagocytozy. Obronność wrodzona czyli komórkowa zależy w dużym stopniu od wieku owadów. Liczne komórki w organizmie owada wykazują zdolności pochłaniania obcych substancji oraz mikroorganizmów przenikających do jamy ciała. W procesie fagocytozy udział biorą przede wszystkim komórki krwi. Przebieg zjawisk fagocytozy zależy od różnych czynników, między innymi od zjadliwości bakterii. W wielu wypadkach fagocytozę obserwuje się tylko na początku zakażenia, a następnie bakterie szybko rozmnażają się i owady nie nadążają likwidować tych zapalnych procesów.

Na podstawie własnych obserwacji stwierdzono, że stonka ziemniaczana reagowała na inwazję różnych patogenów — grzybów i nicieni pasożytniczych zwiększeniem liczebności hemocytów. Maksimum obronności u osobników dorosłych zanotowano dopiero po upływie 24 godz. od momentu wprowadzenia nicieni *Neoaplectana carpocapsae*. Stąd wniosek, że wrażliwość stonki maleje wraz z wiekiem [18, 19]. W przypadku zakażenia stonki różnymi grzybami owadobójczymi (*Beauveria* sp. i *Paeecilomyces* sp.) stwierdzono, że we wszystkich stadiach rozwojowych występowały dwa szczyty obronności. Pierwszy był zawsze silniejszy i u larw pojawiał się stosunkowo wcześniej, bo już po upływie 3 godz. od wprowadzenia zarodników grzyba [20, 21].

Wyniki badań nad reakcjami obronnymi chrząszczy stonki ziemniaczanej w infekcjach mieszanych (nicienie i grzyby owadobójcze) wskazują na to, że istotny wpływ miał fakt czy stosowane były one łącznie,

czy też oddzielnie. Efekt współdziałania obu patogenów przy stosowaniu łącznym utrzymywał się na poziomie wzmożenia [22].

Werner i Jones [26] obserwowali u *Galleria mellonella* wzmożone procesy fagocytozy nie tylko w stosunku do *Staphylococcus* sp., lecz także cząsteczek skrobi, erytrocytów i tuszu chińskiego. Wchłanianie substancji stałych do komórki jest związane z aktywnością błony komórkowej.

Wprowadzenie mikroskopu elektronowego jako metody badawczej pozwoliło prześledzić procesy wchłaniania na płaszczyźnie ultrastrukturalnej. Zagadnienie związane jest z powstawaniem wakuol trawiennych w obrębie komórki.

Na podstawie własnych badań ultrastrukturalnych wykazano, że w cytoplazmie komórki pojawiają się wakuole lizosomalne lub wakuole o charakterze resorpcyjnym. W obrazie kontrolnym podobnych wakuoli brak.

Przez wiele lat uważano, że największe znaczenie w zjawiskach odporności na zakażenie ma fagocytoza. Metalnikov uważał odporność nabytą za nieistotną. Obecnie uważa się, że w obronie przed infekcją u owadów w równym stopniu rolę odgrywa odporność naturalna jak i odporność nabyta [3, 9, 13, 16, 25].

Wielu autorów wykazało, że owady mogą nabywać odporność przeciw drobnoustrojom. Takie przypadki mogą mieć charakter czynny i bierny. Czynnie nabytą odporność można wywołać przez wstrzyknięcie:

1) endotoksyn [4, 17],

2) mikroorganizmów zabitych działaniem czynników fizycznych i chemicznych [9, 24],

3) mikroorganizmów żywych i osłabionych [15, 24].

Trwałość odporności nie jest w pełni znana. Niektórzy autorzy uważają, że odporność nabyta utrzymuje się przez całe życie, a nawet jest przekazywana drogą dziedziczenia. Inni zaś utrzymują, że uodpornienie nabyte jest krótkotrwałe. Stephens [23] uodporniała larwy *Galleria mellonella* przeciw *Pseudomonas aeruginosa* i stwierdziła, że szczepione gąsiennice przeżywały wstrzykiwanie. Odporność u szczepionych owadów rozwijała się po 16 godz. i trwała tylko trzy dni. Briggs [2] szczepiąc gąsiennice 11 gatunków motyli nie stwierdził u nich odporności nabytej, ale jednak zauważył u nich zwiększoną tolerancję na chorobotwórcze bakterie. Wzrostowi tolerancji towarzyszył wzrost stężenia antybakteryjnej i termostabilnej substancji we krwi owadów. Również Chadwick [4] uodporniał *Galleria mellonella* endotoksyną z frakcji bakteryjnej *Pseudomonas aeruginosa*. Nie stwierdził jednak odporności nabytej. Gingrich [7] stwierdził u *Onopeltus fasciatus*, że pod wpływem szczepienia *Pseudomonas aeruginosa* uaktywniają się substancje bakterioliptyczne u tych owadów. Substancje te nie mają charakteru białkowego, ale wykazują wysoką termostabilność. Hink i Briggs [11] badając surowicę gąsiennic *Galleria mellonella* szczepionych jak również kontrolnych stwierdzili, że surowica owadów szczepionych zawierała substancję czynną, której brak było w surowicy owadów kontrolnych. Podobne badania przeprowadził Chadwick [5]. Stwierdził on, że hemolimfa owadów szczepionych hamowała wzrost wszystkich gatunków bakterii, których użył do doświadczeń w przeciwieństwie do hemolimfy kontrolnej.

W badaniach własnych sprawdzano wpływ różnie przygotowanych zawiesin komórek bakteryjnych *Achromobacter nematophilus* na chrząstke stonki ziemniaczanej. Wyniki uzyskane w doświadczeniach wska-

zują na przyspieszenie procesu śmiertelności owadów w przypadku podawania zawiesiny uprzednio ogrzanej w autoklawie, a zwolnienie tempa śmiertelności przy iniekcji zawiesiny uprzednio potraktowanej formaliną. Podobne badania prowadziła Kamionek [12] nad toksycznością zawiesin bakteryjnych *Achromobacter nematophilus* w stosunku do gąsienic *Galleria mellonella*. Stwierdziła ona podobny proces. Badano również wpływ żywych bakterii *A. nematophilus* na gąsienice *G. mellonella*. Zaobserwowano, że dawka 13 bakterii żywych *A. nematophilus* jest letalna dla testowanych owadów [20].

Odporność nabyta u owadów różni się jednak od tego typu odporności u kręgowców. Dotychczas poznany mechanizm powstawania przeciwciał u kręgowców nie ma odpowiednika w mechanizmie powstawania przeciwciał u bezkręgowców.

Dane z piśmiennictwa dotyczące powstawania odporności humoralnej (nabytej) w ciele owadów są w wielu wypadkach sprzeczne. Nie pozwalają one na wyrobienie sobie jasnego poglądu na sprawę istnienia odczynów serologicznych.

Wyniki badań Glasera [8] nad szarańczakiem *Melanoplus ferum rubrum* sugerowały powstawanie w hemolimfie tego owada aglutynin w obecności antygeny *Bacillus poncei*. Ten sam autor obserwował też obecność odpowiednich bakteriolizyn. Reakcje precipitacji obserwował Chorine [6] u gąsienic *Galleria mellonella*, podczas gdy Briggs [2] w analogicznych doświadczeniach nie stwierdził odczynu precipitacji. Stephens [23] również nie wykazała precipityn w hemolimfie gąsienic *G. mellonella*.

W badaniach własnych zajęto się również sprawdzeniem czy hemolymfa stonki ziemniaczanej wytwarza przeciwciała przeciw drobnoustrojom *Achromobacter nematophilus*. Doświadczenia te nie dały podstaw do wyciągnięcia wniosków, mimo wielokrotnych powtórzeń prób odczynów aglutynacji, z uwagi na to, że hemolymfa wyklaczała się już w obecności samego roztworu fizjologicznego NaCl. Dotyczyło to zarówno hemolimfy pochodzącej z owadów zarażonych nicieniem *Neoplectana carpocapsae*, jak i kontrolnych. Klasyczne metody serologiczne nie są więc odpowiednie do sprawdzenia powstawania przeciwciał przeciw drobnoustrojom *Achromobacter nematophilus*.

Dane z piśmiennictwa jak i z badań własnych wskazują na istnienie znacznie prostszego mechanizmu odpowiedzi immunologicznej u owadów niż u ssaków. We krwi owadów odpornych zachodzą istotne, ale nie znane jeszcze zmiany.

To interesujące zagadnienie pozostaje nadal otwarte. Wytwarzanie przez owady odporności na choroby zakaźne ma duże znaczenie praktyczne. W przypadku owadów pożytecznych można je wykorzystać obniżając straty w hodowli wywoływane przez różne mikroorganizmy. W przypadku owadów — szkodników roślin w oparciu o odporność można odpowiednio ustawić zagadnienie biologicznego zwalczania.

LITERATURA

- [1] Bernheimer A. W., Caspari E., Kaiser A. D. — *Studies on antibody formation in caterpillars*. J. Exp. Zool. 149, 23—25, 1952.
- [2] Briggs J. D. — *Humoral immunity in lepidopterous larvae*. J. Exp. Zool. 138, 155—188, 1958.

- [3] Chadwick J. S. — *Serological responses of insects*. Fed. Proc. 26, 1675—1679, 1967.
- [4] Chadwick J. S. — *Some aspects of immune responses in insects*. In Vitro 3, 120—128, 1968.
- [5] Chadwick J. S. — *In vitro growth of bacteria in hemolymph of Galleria mellonella*. J. Invertebr. Path. 25, 331—335, 1975.
- [6] Chorine V. — *Immunité antitoxique chez les chenilles de Galleria mellonella*. Ann. Inst. Past. 43, 955—958, 1929.
- [7] Gingrich R. E. — *Acquired humoral immune responses of the large milkweed bug Oncopeltus fasciatus (Dallas) to injected materials*. J. Insect Phys. 10, 179—194, 1964.
- [8] Glaser R. W. — *On the existence of immunity principles in insects*. Psyche 25, 39—46, 1918.
- [9] Hink W. F., Briggs J. D. — *Immune responses of ligatured Galleria mellonella larvae*. J. Invertebr. Path. 13, 308—309, 1969.
- [10] Hink W. F. — *Immunity in insects*. Transp. Proc. 2, 233—235, 1970.
- [11] Hink W. F., Briggs J. D. — *Bacterial factor in hemolymph from normal and immune wax larvae Galleria mellonella*. J. Insect Phys. 14, 1025—1034, 1968.
- [12] Kamionek M. — *Effect of heat-killed cells of Achromobacter nematophilus Poinar et Thomas and the fractions isolated from them on Galleria mellonella*. Bull. Ac. Pol. Sc. Cl. II. 23, 277—281, 1975.
- [13] Matz G., Monier Y., Vago C. — *Une réaction de défense cellulaire chez les insectes: l'enkystement épithélial*. Bull. Soc. Zool. Fr. 96, 206—215, 1971.
- [14] Metalnikov S. — *L'infection microbienne et l'immunité chez la mite des abeilles Galleria mellonella L.* Mongr. Inst. Past. Paris 1—140, 1927.
- [15] Pye A. E., Yendol W. G. — *Hemocytes containing polyphenoloxidase in Galleria mellonella larvae after injections of bacteria*. J. Invertebr. Path. 19, 166—170, 1972.
- [16] Salt G. — *The cellular defense reactions of insect*. Cambridge Univ. Press 1—116, 1970.
- [17] Schwalbe C. P., Boush G. M. — *Clearance of Cr-Labeled endotoxin from hemolymph of actively immunized Galleria mellonella*. J. Invertebr. Path. 18, 85—88, 1971.
- [18] Seryczyńska H., Kamionek M. — *Defensive reactions of Leptinotrasa decemlineata Say in relation to Neoaplectana carpocapsae Weiser (Nematoda: Steinernematidae) and Pristionchus uniformis Fedorko et Stanuszek (Nematoda: Diplogasteridae)*. Bull. Ac. Pol. Sc. Cl. II. 22, 95—100, 1974.
- [19] Seryczyńska H., Kamionek M., Sandner H. — *Defensive reaction of caterpillars of G. mellonella L. in relation to bacteria Achromobacter nematophilus Poinar et Thomas and bacteria — free nematodes Neoaplectana carpocapsae Weiser*. Bull. Ac. Pol. Sc. Cl. II. 22, 193—196, 1974.
- [20] Seryczyńska H., Bajan C. — *Defensive reaction of Colorado beetles (L. decemlineata Say) to the action of parasitic fungi Paecilomyces farinosus (Dicks) Brown et Smith, Paecilomyces fumoso-roseus (Wize), Beauveria bassiana (Bals) Vuill.* Bull. Ac. Pol. Sc. Cl. II. 22, 249—252, 1974.
- [21] Seryczyńska H., Bajan C. — *Defensive reactions of L₃, L₄ larvae of the Colorado beetle to the insecticidal fungi Paecilomyces farinosus (Dicks) Brown et Smith, Paecilomyces fumoso-roseus (Wize), Beauveria bassiana (Bals) Vuill.* Bull. Ac. Pol. Sc. Cl. II. 23, 267—271, 1975.

- [22] Seryczyńska H. — *Defensive reactions of the Colorado beetle against the fungi Beauveria bassiana (Bals) Vuill., Paecilomyces farinosus (Dicks) Brown and Smith and Neoaplectana carpocapsae Weiser.* Bull. Ac. Pol. Sc. Cl. II. 23, 351—353, 1975.
- [23] Stephens J. M. — *Immune responses of some insects to some bacterial antigens.* Can. J. Microbiol. 5, 203—228, 1959.
- [24] Stephens J. M. — *Immunity in insect — Insect Pathology An Advanced Treatise.* (E. A. Steinhaus) New York—London 1, 273—297, 1963.
- [25] Weiser J. — *Immunity of insects to protozoa — Immunity to Parasitic Animals.* (Ed. Jackson, Herman and Singer) 129—247, 1969.
- [26] Werner R. A., Jones J. C. — *Phagocytosis in unfixed Galleria mellonella larvae.* J. Insect Phys. 15, 425—439, 1969.

PROBLEMY ŚRODOWISKA CZŁOWIEKA W REGIONIE MINAMATA, JAPONIA

Po zakończeniu Międzynarodowego Kongresu „Naukowcy a Środowisko Człowieka” w listopadzie 1975 r. w Kijoto, udałem się na krótki pobyt studialny do Minamaty. Jest to małe miasteczko na południu Japonii, niezbyt daleko Nagasaki. Stało się ono znane w świecie po Konferencji Sztokholmskiej w 1972 r., kiedy to Dr Jun Ui z Uniwersytetu Tokijskiego przedstawił kilku chorych na tzw. „chorobę Minamata”. Unaoczniał w ten sposób do czego mogą doprowadzić choroby cywilizacyjne. Schorzenie to wywołane jest zatruciem rtęcią metylowaną poprzez pożywienie. Jeżeli intoksykacja nastąpiła w okresie życia płodowego, wywołało to najbardziej tragiczne wady wrodzone związane z niedorozwojem centralnego układu nerwowego. Zatrucie w okresie wczesnego dzieciństwa prowadzi do dziecięcego syndromu choroby Minamata, charakteryzującego się głównie znacznym opóźnieniem rozwoju umysłowego. Natomiast spożywanie produktów zawierających zmetylowaną rtęć przez osoby dorosłe, doprowadziło do upośledzenia funkcjonowania narządów zmysłów, skurczów spastycznych i innych zmian, które spowodowało trwałe ograniczenie zdolności do pracy tysięcy ludzi, przede wszystkim rybaków z regionu Minamata.

Interesująca jest historia tej choroby. W roku 1953 miejscowy lekarz dr Hosokawa wykrył nie znane wcześniej objawy schorzenia u kilku mieszkańców. W krótkim czasie stwierdził znaczną liczbę przypadków nowej choroby (o objawach różnych od symptomów choroby Russella-Huntera). Nie występowała koncentracja przypadków — co raczej wskazywało, że jest to choroba nieinfekcyjna. Dane epidemiologiczne uzupełniane wiadomymi środowiskowymi wskazywały, że schorzenie to występowało głównie w rodzinach rybackich dokonujących połowów w zatoce Minamata. Dr Hosokawa zainicjował więc analizy wód zatoki, które wykazały dużą zawartość rtęci. Pochodziła ona z odpadów z wielkiej fabryki aldehydu octowego, firmy Chisso. Firma ta nie stosowała urządzeń ochronnych w celu uzyskania jak najniższych kosztów produkcji. Stąd też kierownictwo fabryki zakazało dr Hosokawę, jako lekarzowi zakładowemu, prowadzenie badań nad etiopatogenezą choroby Minamata. Na uznanie zasługuje fakt, że nie tylko nie zaprzestał on tych prac, ale pozyskał do współpracy zespół lekarzy, społeczników z Uniwersytetu Kumamoto z prof. Haradą. Nie uzyskali oni funduszy na badania, a jednak w miarę swych możliwości rozwijali je systematycznie. Trzeba też zaznaczyć, że wyniki tych badań usiłowała podważyć grupka badaczy, którzy za pieniądze kompanii Chisso wykazali doświadczalnie, że nieorganiczna rtęć, znajdująca się w wodzie zatoki Minamata nie może wywoływać takich objawów chorobowych, jakie zaobserwowano u tamtejszej ludności. Okazało

się jednak, że rtęć zawarta w rybach żyjących w tej zatoce ulega metylacji i jako taka wywołuje np. u kotów charakterystyczny syndrom choroby Minamata. Mimo że już w 1956 r. znane były przyczyny tego schorzenia, to jednak dopiero w 1970 r. kierownictwo wspomnianej fabryki zmieniło profil produkcji i zaprzestało odprowadzać rtęć do zatoki. Do zmiany tej, a także do wypłacenia odszkodowań poszkodowanym rodzinom została zmuszona kompania Chisso w efekcie ogólnojapońskiej akcji protestacyjnej. Jej podstawą stało się spopularyzowanie wyników badań naukowych odnośnie do przyczyn tej choroby, połączone z apelem skierowanym do społeczeństwa przez krewnych zmarłych lub niezdolnych do pracy w wyniku zatrucia pokarmowego rtęcią z zatoki Minamata. Władze zbudowały ośrodek intensywnej terapii tej choroby, a ze składek społeczeństwa powstało centrum opieki nad lżej chorymi, licznymi mieszkańcami rejonu Minamata. W drodze do tych ośrodków zwracało uwagę wyjątkowo piękno krajobrazu tego subtropikalnego obszaru oraz pozornie czysta woda zatoki i brak widocznych objawów zatrucia ryb. W centrum zobaczyliśmy tragiczny obraz w większości około 20-letnich osób, które nie są zdolne do wymawiania nawet najprostszych słów, a także do poruszania się o własnych siłach. Obok znajduje się oddział gerontologiczny, w którym umierają starcy chorzy na Minamatę. Nie na wiele może się przydać troskliwa opieka, wobec nieuleczalności zaawansowanej choroby. Brak ubezpieczeń społecznych uniemożliwia systematyczne badania lekarskie i wykrywanie wczesnych symptomów choroby Minamata, kiedy możliwa jest jeszcze skuteczna terapia. Schorzenie to występuje głównie wśród bardzo niezamożnej ludności, której nie stać na kosztowną opiekę lekarską. Dopiero wówczas kiedy występują jednoznaczne objawy zaawansowanej choroby Minamata zgłaszają się oni do specjalnej komisji, która po stwierdzeniu tego schorzenia przyznaje odszkodowanie pieniężne. W kilkunastu odwiedzanych domach zbudowanych za wspomniane ekwiwalenty pieniężne widzieliśmy portrety zmarłych lub nie mniej tragiczne przypadki dożywotniego upośledzenia umysłowego. Pracownicy społecznego centrum Minamaty opiekują się chorymi żyjącymi wśród swych rodzin. Pracownicy ci są ochotnikami i utrzymują się ze sprzedaży produktów hodowli, które prowadzą. Niektórzy z nich są absolwentami wyższych uczelni. Mimo że przybyli do Minamaty po zaprzestaniu odprowadzania przez fabrykę Chisso rtęci do zatoki Minamata, to jednak wykazują już pewne objawy subostrego zatrucia. Ciągłe też przybywa w tym regionie chorych na Minamatę. Z reguły pierwsze dziecko kobiety z lekkimi nawet objawami tego schorzenia jest nienormalne. Stwierdza się również nowe zachorowania wśród dorosłych mieszkańców. Staje się to zrozumiałe, jeżeli zważyć, że dotąd nie przeprowadzono tam na tyle wszechstronnych badań, by mogły się one stać podstawą skutecznej profilaktyki. Nie określono np. jaki jest aktualny poziom zatrucia rtęcią różnych ryb i bezkręgowców odławianych w tym regionie ani też jaki jest zasięg migracji silnie intoksykowanych w zatoce Minamata ryb. Zresztą rodzą się nowe źródła zanieczyszczenia chemicznego środowiska. Obecnie fabryka Chisso, w związku ze zmianą profilu produkcji silnie zatrzuwa powietrze, a coraz większe obszary łądu zamienia w pokrytą odpadami pustynię. Charakterystyczne jest szczególnie zainteresowanie japońskich ekonomistów i przedstawicieli innych nauk społecznych przyczynami największego zanieczyszczenia chemicznego środowiska i wywołanych przez nie chorób cywilizacyjnych, których symbolem jest Mi-

namata. Jest to równocześnie szczególnie ewidentny przykład, że dla środowiskowej profilaktyki zdrowotnej konieczna jest szeroka interdyscyplinarna współpraca. Taka też była najważniejsza rekomendacja wspomnianego Kongresu, na którym po raz pierwszy spotkali się przedstawiciele wszystkich zainteresowanych dyscyplin z czołowych ośrodków naukowych. Region Minamaty ma się stać poligonem dla międzynarodowych nowoczesnych badań, co wynika zarówno z przesłanek humanitarnych, jak też z potrzeby wykorzystania tamtejszych doświadczeń dla niedopuszczenia do podobnych tragedii w innych regionach świata. Na wszechstronne badania czekają z niecierpliwością mieszkańcy Minamaty i okolicznych wiosek. Można przypuszczać, że polskie doświadczenia metodologiczne okażą się przydatne w tym względzie.

WŁODZIMIERZ SEDLAK

WPROWADZENIE W BIOAKUSTYKĘ KWANTOWĄ

„Nie należy nigdy zwlekać z wypróbowaniem nowych idei, nawet wtedy, gdy w sposób oczywisty przeczą uznanym teoriom... Co więcej, sama fizyka ciała stałego zaczęła się rozwijać na gruncie jawnych sprzeczności ze znanymi prawami fizyki klasycznej. Zasadniczym elementem dowolnej gałęzi nauki jest ciągła rewizja i modyfikacja poglądów w świetle nowych faktów doświadczalnych” — tak kończą swą książkę M. N. Rudden i J. Wilson poświęconą elementom ciała stałego [40]. Najbardziej precyzyjna w opisie i metodach badawczych nauka, taka jak fizyka, uznać musi status przeżywanych wstrząsów i konieczności modyfikowania nawet najściślejszych sformułowań. Fizyka ciała ożywionego nie może stanowić wyjątku. Termin „fizyka klasyczna” nie zawiera niczego pejoratywnego w stosunku do dawnych badaczy. Jest ona słuszną na jakimś odcinku rzeczywistości materii. Należy wobec tego uznać „biologię klasyczną” za dzieło myśli i pracy ludzkiej, a obok tego poszukiwać nowych idei wyrosłych z konieczności włączenia nie znanych dotychczas faktów stwierdzonych na rosnącej fali badań eksperymentalnych.

ELEKTRONICZNE WŁASNOŚCI MASY BIOLOGICZNEJ

W ostatnich latach odkryto szereg nowych własności fizycznych jak półprzewodnictwo i piezoelektryczność związków organicznych biologicznie decydujących. Półprzewodnictwo wykazano doświadczalnie dla aminokwasów i białek [19, 20, 52], kwasów nukleinowych oraz ich składowych jak zasady purynowe i pirymidynowe [12, 13] przede wszystkim zaś dla związków, które uchodzą za najbardziej znamienne dla żywego ustroju — porfiryn [21, 23, 25] oraz karotenoidów [17, 49]. Półprzewodniki stały się w fizyce podstawą intensywnego rozwoju elektroniki półprzewodnikowej. W biologii natomiast półprzewodnictwo związków organicznych zapoczątkowało nowy kierunek bioelektroniki [31, 50, 51], z daleko idącymi konsekwencjami interpretacji życia [10, 15, 42, 43].

Piezoelektrykami nazywamy ciała, które poddane zgniotowi, siłom rozciągania lub skrętnym ulegają polaryzacji, w zmiennym polu elektrycznym podlegają one strykcji czyli modyfikacjom parametrów liniowych oraz objętościowych. Strykcja jest zsynchronizowana z częstotliwością pola elektrycznego. Piezoelektryki są więc w zmiennym polu elektrycznym wibratorami emitującymi falę akustyczną. Na tej zasadzie działają generatory ultradźwiękowe. Seria przeprowadzonych eksperymentów wykazała, że białka, aminokwasy [1, 54] i kwasy nukleinowe są właśnie piezoelektrykami [3]. Tymi samymi własnościami odznaczają się również cukrowce — galaktoza, arabinoza i celuloza. Podkreśla się te właści-

wości ponadto dla tkanek roślinnych i zwierzęcych. Piezoelektrykiem jest drewno, a u zwierząt głównie tkanki związane z ruchem, jak mięśniowa, nerwowa [32] i kostna [1, 6, 7, 35, 36, 38]. Piezoelektryczność stwierdza się zresztą jako uniwersalną cechę wszystkich tkanek [47].

Rozpatrując sytuację z punktu widzenia energetyki można powiedzieć, że piezoelektryk jest transformatorem energii mechanicznej na elektryczną i odwrotnie. W tym drugim przypadku zmienne pole elektryczne generuje falę akustyczną. Piezoelektryk jest więc kwantowym generatorem fononów, odznacza się bowiem podwójną sprężystością elektryczną i mechaniczną. Wymienione własności odnoszą się do piezoelektryka nawet w przypadku, jeśli nie jest on półprzewodnikiem. Półprzewodnik natomiast odznacza się jeszcze innymi cechami, jak wzrost przewodnictwa z temperaturą, znaczny skok przewodnictwa przy minimalnych domieszkach donorowych lub akceptorowych, zjawiska fotoelektryczne, a więc zwiększone przewodnictwo pod działaniem fotonów, kwantowa emisja fali elektromagnetycznej. Półprzewodnik może więc być kwantowym generatorem fotonów.

Budowa molekularna organizmów opiera się więc na półprzewodnikach i piezoelektrykach. W następstwie tego ewolucja wytwarzając układy komórkowe i tkankowe „uwzględnić” musiała obie te właściwości w organizacji oraz funkcji żywego ustroju. Stanowi to pewną biofizyczną prawidłowość nie podkreślaną dotychczas w rozważaniach o ewolucji. Półprzewodnictwo i piezoelektryczność na poziomie molekularnym i submolekularnym stanowią muszą — ważną właściwość fizycznej organizacji życia. Cechy te bowiem należą do natury masy biologicznej, warunkują jej elektrodynamiczne funkcje, nie mniej ważne obok procesów biochemicznych. W następstwie długiego czasu zaakcentowały się kwantowe własności masy biologicznej w ewolucji narządów ruchu [9, 28] i niektórych receptorów zmysłowych, jak słuchu i mowy.

W mikrofizyce zatarły się różnice między fizycznymi i chemicznymi cechami materii. W biologii molekularnej wyrosłej na gruncie fizycznych aspektów biochemii trudno nie uwzględnić elektronicznych charakterystyk masy biologicznej. Wymaga tego rosnąca liczba nowych faktów. Dane eksperymentalne muszą z konieczności znaleźć ujęcie we współczesnej biologii. Jest to bowiem prawo podaży eksperymentu w nauce. Bioelektronika jest właśnie próbą integracji nowych faktów w spójną całość nauki o życiu.

BIOELEKTRONIKA W PEŁNIEJSZYM WYMIARZE

Dotychczasowa wizja życia urobiona na podstawach biochemicznych przedstawiała organizm jako zespół reakcji zasilanych energią związaną chemicznie u heterotrofów bądź elektromagnetyczną u fotosyntetyzujących autotrofów. Bilans zamykał się w zasadzie energią wiązaną chemicznie, reszta stanowiła bodziec czyli informację środowiskową, która według teorii informacji jest przede wszystkim wiadomością, a nie przekazem energetycznym. Istniał więc biochemicznie funkcjonujący organizm, który odbiera wiadomości środowiskowe czyli informację.

Dla układu zbudowanego z półprzewodników jakakolwiek zmiana energetyczna w środowisku jak chemiczna, elektryczna, magnetyczna, termiczna łączy się z inną charakterystyką elektryczną odbierającego substratu, a tym samym z odchyleniami funkcjonalnymi. W każdym z tych

przypadków półprzewodnik nie otrzymuje wiadomości, lecz inną dawkę energetyczną w stosunku do poprzedniego odbioru. Informacja oznacza tu nie tyle bodziec w tradycyjnym znaczeniu jako rozeznanie otoczenia, ale zmianę bilansu energetycznego układu. Relacja bowiem organizmu do środowiska jest natury energetycznej a nie informacyjnej.

Tak przedstawiałaby się sprawa w urządzeniu elektronicznym. W układzie żywym dochodzi ponadto ustawiczne zasilanie energią chemiczną metabolizmu. Trudno półprzewodnictwo białek uważać tylko za fizyczną „obudowę” życia bez wpływu na procesy biologiczne. Organizm jest tu naturalnym urządzeniem półprzewodnikowym zasilanym reakcjami chemicznymi przemiany materii z wszystkimi skutkami typowymi dla elektroniki jak przewodzenie (bioprądy), różnica potencjału (biopotencjały), kwantowa emisja fotonów w efektach biolaserowych czyli wymuszonej sytuacji radiacyjnej [45], zmiana polaryzacji półprzewodnika pod wpływem fali elektromagnetycznej, stany wzbudzone [42].

Zjawiska chemiluminescencyjne nie są więc wyjątkowym zdarzeniem w żywym ustroju. Tłumaczy się je zresztą jako następstwo stanów wzbudzonych, a więc elektronicznie. Z racji półprzewodnictwa podstawowych związków organicznych emisja fotonów istnieć musi częściej wewnątrz układu [11, 18, 30].

Nie da się więc w naturze życia pominąć przewodnictwa podstawowych związków organicznych. Dla zrozumienia ich roli w żywym ustroju może się pomocna okazać fizyka półprzewodników dobrze już opracowana oraz przyrządy konstrukcji elektronicznej jako funkcjonalne analogony. Specyficzność układu żywego będzie mimo wszystko tu sprawą zasadniczą i jak dotychczas niepowtarzalną w przyrodzie.

Wadliwe ustawienie całego zagadnienia daje pierwszeństwo dyskusyjnej inżynierom konstruktorom urządzeń elektronicznych i wtórnie poszukuje analogii dla żywego ustroju z przyrządem. Rzeczywistość wygląda inaczej, pierwszym konstruktorem jest przyroda, ona już przed kilkoma miliardami lat „wymyśliła” urządzenie elektroniczne organicznych półprzewodników, głównie białek, sprzęgając procesy elektroniczne z reakcjami chemicznymi, które choć odwracalne, nie osiągnęły martwego punktu równowagi w ciągu 4—5 mld lat pracy urządzenia zwanego życiem. Inżynier nie jest w stanie zaprojektować analogicznego przyrządu mimo niezwykłych postępów elektroniki technicznej. Trudność jest nie po stronie biologii akceptującej nowe idee wynikające z półprzewodnictwa i piezowności związków organicznych, lecz po stronie fizyki nie dorastającej do precyzji przyrody. Techniczne urządzenia elektroniczne mogą stanowić jednak odległą analogię potrzebną dla należytego zrozumienia funkcji żywego ustroju i uproszczeń modelowych.

PIEZOELEKTRYKI I BIOAKUSTYKA KWANTOWA

Do istoty biologicznego ustroju należy włączyć więc półprzewodnictwo i piezoelektryczność materiału organicznego, skoro zostały one doświadczalnie stwierdzone. Nie mniej konieczne jest przyjęcie wynikających stąd konsekwencji funkcjonalnych. Półprzewodniki są dobrymi przetwornikami energii chemicznej, termicznej i elektromagnetycznej na elektryczną i odwrotnie — jakiegokolwiek energii na fotony. Piezoelektryki natomiast mogą dokonywać przemiany energii mechanicznej na elektryczną i odwrotnie. Pulsujące pole elektryczne przyłożone do piezoelektryka

powoduje jego strykcję generując kwantową falę akustyczną o tej samej częstotliwości. Piezoelektryk jest z natury konwertorem elektromechanicznym ze zjawiskami strykcji i produkcji fali akustycznej. W sytuacji biologicznej oznaczałoby to, że poza polaryzacją wytworzoną na skutek dyfuzji jonów poprzez błony komórkowe winna jeszcze dokonywać się strykcja warstwy lipidowo-białkowej membrany względnie miofibrilli i związane z tym stany polaryzacyjne [5].

Jeśli nerwy pracują na zasadzie zmian polaryzacyjnych przenoszonych w prądach czynnościowych, to winno się to łączyć z różnicowaniem ich wymiarów liniowych i przestrzennych, co w rzeczywistości stwierdzono [33, 48]. Analogiczna sytuacja istnieje w pobudzeniu komórki mięśniowej przez system nerwowy zwłaszcza na synaptycznych szczelinach [39]. Zmienne stany elektryczne w piezoelektrycznych układach synaptycznych i mięśniowych winny się zespalać ze strykcją. Ewolucyjne połączenie piezoelektów z dyfuzją jonów lub acetylocholino w synapsach chemicznych jest szczegółem rozwojowym życia towarzyszącym piezoelektrykiem [29]. Potwierdza ponadto naturalną łączność metabolizmu z procesami elektronicznymi w żywym układzie.

Na podstawie poznanych już faktów doświadczalnych oraz interpolacji zarysowuje się całkiem wyraźny obraz ożywionej rzeczywistości w kwantowoakustycznych relacjach. Przekaz z komórki do komórki synapsami samatosomatycznymi o charakterze elektronicznym winien się łączyć z jednej strony z bezpośrednim przekazem polaryzacji na złączu typu prądowo-napięciowym (p-n), z drugiej musi on wywołać strykcję elementu przekąźnikowego i piezoelektrycznych komórek [39]. Komórki odległe w tkankach o 100—200 Å jak wykazała mikroskopia elektronowa oddziałują na siebie siłami elektrostatycznymi i elektrodynamicznymi. Te ostatnie występują jako siły przyciągania elektromagnetycznego (Van der Waalsa). Przegląd problematyki tego rodzaju daje artykuł W. Wnuka [55]. Nawet w chemicznych próbach interpretacji z pominięciem właściwości elektronicznych występuje problem oddziaływania na odległość poprzez pola elektromagnetyczne. Pełnią one znacznie szerzej pojętą rolę niż adhezja międzykomórkowa, głównie typu informacyjnego.

Istnieją więc sytuacje informacyjne, których nie można inaczej wyjaśnić w żywym ustroju jak w oparciu o najnowsze wyniki badań eksperymentalnych nad półprzewodnictwem i piezoelektrycznymi własnościami odpowiednio zinterpretowanymi w ogólnej funkcji organizmu. Wewnątrz komórki system enzymatyczny działający według koncepcji Green i Ji [26] uzupełnionej przez Caserta i Cervigni [14] syntetyzuje na podstawie procesów elektromechanochemicznych w oparciu też o piezoelektryki i półprzewodniki. Uzupełnić należałoby tylko interpretację autorów o kwantowoakustyczne skutki towarzyszące pracy enzymatycznych katalizatorów.

Dotychczasowa interpretacja kinematyki biologicznej opierała się na potencjałach elektrycznych i poszukiwaniu ich źródeł na zasadach polielektrolitów pod wyłącznymi sugestiami przemian mechanochemicznych [28] bez uwzględnienia piezoelektrycznych własności masy biologicznej. Stany strykcyjne są natomiast nieodłącznym następstwem zmiennych pól elektrycznych w piezoukładach. Pulsować wobec tego muszą nie tylko miofibrille i przewodzące nerwy, ale również wszelkie błony biologiczne, pulsowaniu strykcyjnemu muszą podlegać synapsy zmieniając polaryzację i szerokość szczeliny synaptycznej podczas przekazu informacyjnego, ale pulsują też mitochondria i chloroplasty. Również pracujących enzy-

mów a zwłaszcza centrów aktywnych w drobinach białka prostetycznego nie można odłączyć od zmian elektromechanicznych. Na całym pionie kinematyki biologicznej od pulsujących mitochondriów i chloroplastów, poprzez ruch cytoplazmatyczny, synaptyczny przekaz, kurczliwość komórek mięśniowych do mikrowibracji całej muskulatury u stałocieplnych zwierząt z częstotliwością 10 Hz, występuje ta sama nierozzerwalna więź procesów chemicznych, mechanicznych i elektronicznych [46]. Co więcej — natura życia związana jest bezpośrednio z energią mechaniczną w nie mniejszym stopniu niż z chemiczną przemianą materii [4].

To jedna dopiero strona zagadnienia. Piezoelektryk wprawiony w drgania emituje ponadto falę akustyczną, ta znów z kolei wywołuje w środowisku piezoelektrycznym zmienną polaryzację [24]. Zjawiska elektryczne, mechaniczne i akustyczne podlegają kolejnej transformacji. Układ naprawdę „żyje”, działa, przenosi informację poprzez falę polaryzacyjną, akustyczną, względnie chemiczną. Tę ostatnią coraz częściej podkreśla się w żywym ustroju. Stanowi to ciągle ten sam kompleks określany życiem, zależnie od wybranego kryterium badawczego stwierdza się raz falę polaryzacyjną, kiedy indziej zmiany mechaniczne lub oscylacje procesów biochemicznych. W układzie piezoelektrycznych półprzewodników podlegających metabolizmowi są to procesy korelatywnie zespolone.

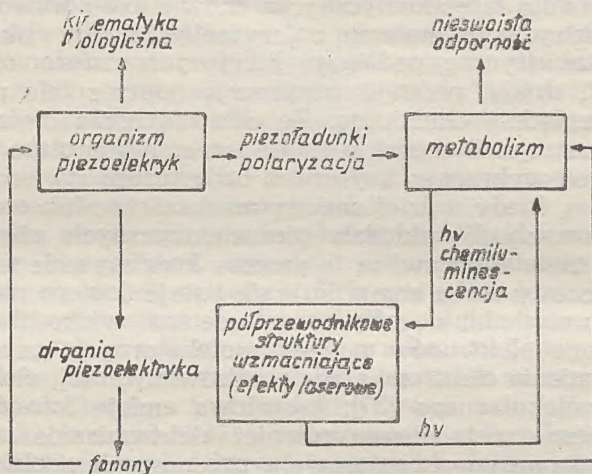
Ten dosyć prosty obraz komplikuje się i staje dopiero prawdziwie biologiczny, jeśli uwzględni się półprzewodzące środowisko białkowe, a więc stany wzbudzone elektronów powłok molekularnych, przewodzenie na skutek uruchomienia elektronów zdelokalizowanych [8], elektronów transferu międzymolekularnego [37], kwantową emisję fotonów i wreszcie procesy chemiczne metabolizmu również elektronicznie interpretowane jako sytuacje donorowo-akceptorowe z przenoszeniem elektronu. Całość jest wielokrotnie złożona, ale na tym poziomie wielkości dobrze czytelna.

Żywy ustrój jest więc przetwornikiem energii chemicznej, mechanicznej i elektromagnetycznej. Ostatecznie wszystko sprowadza się do elektronu i fotonu. W tej chwili można z takim samym powodzeniem mówić o elektromagnetycznej przemianie energii na gruncie bioelektroniki, jak dotychczas uznawano chemiczną przemianę materii określaną przez metabolizm. W białkowym półprzewodniku istnieje więc „elektromagnetyczny metabolizm” obok chemicznego, ściśle zresztą z nim związany [44, 45].

Zasygnalizować natomiast jedynie można współdziałanie fotonów z fononami w układzie biologicznym. Ze stanowiska fizyki wydaje się to możliwe [16, 22, 53]. Sprawa jest wielokrotnie złożona, gdyż występuje oddziaływanie również fononów z ładunkami w półprzewodnikowym substracie białkowym i piezoelektronami. Stanowi to zagadnienia najmniej opracowane, a może nawet zgoła nie poruszane w bioelektronice. Fala elektromagnetyczna i akustyczna stanowią zapewne dwa kanały informacyjne wewnątrzukładowe synchronizujące procesy biochemiczne, elektroniczne i kinematyczne układu w zespoloną całość. Ruch obejmuje nie tylko strykcję piezoelektryka, ale również metabolizm i zjawisko elektroniczne układu półprzewodzącego.

Z dużym prawdopodobieństwem można jednak odtworzyć mechanizmy działania na podstawie danych, jakie już posiadamy. Znamy dwa „wyjścia” z układu — kinematykę czyli ruch i towarzyszącą mu odporność nieswoistą, a więc zjawiska natury chemicznej. Poznano piezoelektryczne i półprzewodzące własności układu oraz jego chemiczną przemianę materii zwaną metabolizmem. Te eksperymentalne dane konieczne są do wzięcia pod uwagę. Dodatkowo poznano jeszcze zjawiska chemilumi-

nescencyjne, a więc kwantową produkcję fotonów. Procesy są tu najściślej sprzężone i wzajemnie uwarunkowane. Schematycznie można je wyrazić jak na rys. 1. Tworzy się „zamknięty obieg” przemian energetycznych, których rezultatem jest ruch biologiczny jako zjawisko fizyczne i nieswoista odporność jako towarzyszący skutek chemiczny. Fotony i fonony wchodzi w bilans energetyczny reakcji chemicznych i pracującego substratu piezoelektrycznego [44]. Problemem otwartym jest oddziaływanie fotonów na fonony w bioukładzie oraz ewentualne akustyczne „pompowanie” biolaserowych struktur.



Rys. 1. Schemat przedstawia współzależność metabolizmu i środowiska organicznych piezoelektryków z kwantową generacją fotonów ($h\nu$) i fononów. Fenomenologicznym skutkiem jest ruch biologiczny i związana z nim nieswoista odporność organizmu

Ruchy lokalne, cyrkulacyjne i rotacyjne cytoplazmy interpretowane dotychczas na zasadzie zmiany żel-zol oraz białek kurczliwych mogą znaleźć swe głębsze uzasadnienie. W fizyce półprzewodników wymienia się efekt elektromechaniczny i fotomechaniczny. Pod wpływem pola elektrycznego i elektromagnetycznego mikrotwardość półprzewodnika może ulec zmniejszeniu nawet do 60% [27]. Komplementarność interpretacyjna dotychczas proponowanych mechanizmów ruchu cytoplazmy z uwzględnieniem szerszego tła elektronicznego wydaje się tu dobrze uzasadniona.

Ruch jest nieodłącznym wyrazem życia. Kinematyka biologiczna przebiega w najbardziej istotnych podstawach do metabolizmu, ale również przy zaangażowaniu piezoelektrycznych własności podstawowej masy ustroju oraz jej półprzewodnictwa. Żywy ustrój poruszając się pracuje jako zespół mechanochemiczny i elektrodynamiczny. Zjawiska kwantowoakustyczne są nieodłączną cechą zdolności ruchowych.

*

Dotykamy całkiem nowego problemu generowania fononów w ustroju. Poruszano dotychczas kwantowe podstawy ruchu biologicznego w oparciu o piezoelektryczne własności tkanek [41] oraz procesy enzymatycznej katalizy na tych samych podstawach [14]. Akustyka kwantowa w żywym

ustroju jest konsekwencją wynikającą z piezoelektrycznej charakterystyki związków organicznych i tkanek. Zmienne potencjały elektryczne znane już od dawna nie mogą się dokonywać w piezoelektryku bez strykcyjnych momentów i emisji fononów. Dawna elektrofizjologia w zestawieniu z piezoelektrykami organicznymi prowadzi do akustyki kwantowej jako koniecznego wyrazu procesów życiowych. Nie jest więc żadnym paradoksem stwierdzenie — życie „mówi” kwantowym językiem, głosem słyszalnym w molekularnych rozmiarach. Nie jest wykluczone w przyszłości urządzenie techniczne dla wzmocnienia molekularnej mowy życia. Na razie „słyszy” ją i rozumie tylko metabolizm oraz elektronowe struktury molekularne.

Układ biologiczny „słyszy” również falę akustyczną ze środowiska, dokonuje jej przemiany na falę polaryzacyjną w piezoelektrycznym ośrodku. Natomiast falę elektromagnetyczną transformuje wprost na „fonię” mikrowibracji molekularnej odbiornika. Zanim po miliardach lat ewolucji wytworzył się receptor zmysłowy słuchu, układ żywy „słyszał” już całym metabolizmem pośrednio, a bezpośrednio piezoelektrycznymi własnościami swej masy. I znowu zanim wytworzyły się organy mowy, choćby nieartykułowanej, żywy układ „mówił” już molekularnym językiem piezoelektryka generując falę akustyczną. Ewolucja wykorzystwała tylko istniejące możliwości w naturze żywego ustroju rozwijając je w niezwykłym parametrze czasu geologicznego przez wymodelowanie odpowiednich organów. Ewolucja ruchu łącznie z rozwojem systemu nerwowego, mięśniowego i kostnego przebiegała na gruncie kwantowych procesów białkowego półprzewodnika i piezoelektryka równoległe z ewolucją ośrodków mowy i słuchu. W tak dalekiej przeszłości filogenetycznej i tak głębokich racjach poszukiwać należy wspólnych początków dla ruchu, mowy i słuchu.

LITERATURA

- [1] Andrew C., Basset L., Pawluk R. J., Backer R. O. — *Effects of Electric Currents on Bone in vivo*. Nature 204, 652, 1964.
- [2] Athenstaedt H. — *Die ferroelektrischen und piezoelektrischen Eigenschaften der Organismen*. Naturwissenschaften 47, 455, 1960.
- [3] Athenstaedt H. — *Ferroelektrische und piezoelektrische Eigenschaften biologisch bedeutsamer Stoffe*. Naturwissenschaften 48, 405, 1961.
- [4] Bassett C. A., Pawluk R. J. — *Electrical Behavior of Cartilage during Loading*. Science 178, 982, 1972.
- [5] Beament J. W. — *Electrical Properties of Oriented Lipid on a Biological Membrane*. Nature 191, 217, 1961.
- [6] Becker R. O. — *Electron Paramagnetic Resonance in Non-irradiated Bone*. Nature 199, 1304, 1963.
- [7] Becker R. O., Brown F. M. — *Photoelectric Effects in Human Bone*. Nature 206, 1325, 1965.
- [8] Biczko G., Suhai S. — *On the Possibility of Effective Attraction between Delocalized Electrons in Organic Systems*. Physics Letters 51A, 223, 1975.
- [9] Bovee E. C. — *A Theory of Piezoelectric Activity and Ion-movements in the Relation of Flagellar Structures and their Movements to the Phototaxis of Euglena*. Journal theor. Biology 35, 259, 1972.
- [10] Bruck S. D. — *Intrinsic Semiconduction, Electronic Conduction of Polymers and Blood Compatibility*. Nature 243, 416, 1973.

- [11] Burgess R. E. — *Band Conduction and Fluctuations in Polymeric Semiconductors*. Journal Polymer Science, part C, No 17, 51, 1967.
- [12] Burnel M. E., Eley D. D., Subramanyan V. — *The Hydration and Electrical Conductivity of NaDNA and Kpoly-A*. In: *The Purines — Theory and Experiment*. Jerusalem Symposia on Quantum Chemistry and Biochemistry, IV, 244, Jerusalem 1972.
- [13] Burnel M. E., Eley D. D., Subramanyan V. — *Semiconduction in Nucleic Acid and its Components*. Annales New York Acad. Sci. 158, 191, 1969.
- [14] Caserta G., Cervigni T. — *Piezoelectric Theory of Enzymic Catalysis as Inferred from the Electromechanochemical Principles of Bioenergetics*. Proceedings National Academy Science USA 71, 4421, 1974.
- [15] Dicaprio R. A., French A. S., Sanders E. J. — *Dynamic Properties of Electronic Coupling between Cells of Early Xenopus Embryos*. Biophysical Journal 14, 387, 1974.
- [16] Eckstein S. G. — *Acoustoelectric Effect*. Journal Applied Physics 35, 2702, 1964.
- [17] Eley D. D. — *Semiconductivity in Biological Molecules*. In: Kasha M., Pullman B. (Ed.) *Horizons in Biochemistry*. New York—London 341, 1962.
- [18] Eley D. D. — *Electron Transport in Biological Systems*. In: Proc. 3 int. Conf. From Theoretical Physics to Biology, Varsailles 147, 1971 (Karger, Basel 1973).
- [19] Eley D. D., Leslie R. B. — *Kinetics of Adsorption of Water Vapour and Electrical Conduction in Bovine Plasma Albumin*. Transactions Faraday Society 62, 1002, 1966.
- [20] Eley D. D., Metcalfe E. — *Photoconduction in Proteins*. Nature 239, 344, 1972.
- [21] Eley D. D., Snart R. S. — *Conduction in Chloroplast Components*. Biochimica et Biophysica Acta 102, 379, 1965.
- [22] Friedman L. — *Electron — Phonon Interaction in Organic Molecular Crystals*. Physical Review 140, 1649, 1965.
- [23] Fuhrhop J. H., Kadish K. M., Davis D. G. — *The Redox Behavior of Metallo Octaethylporphyrins*. Journal American Chemistry Society 95, 5140, 1973.
- [24] Gjelsvik A. — *Bone remodeling and piezoelectricity II*. Journal Biomechan. 6, 187, 1973.
- [25] Gouterman M. — *Excited States of Porphyrins and Related Ring Systems*. In: Shoppee C. W. (Ed.) *Excited states of matter*. Grad. Studies Texas Techn. Univ. 174, 63, 1973.
- [26] Green D. E., Ji S. — *Transductional and Structural Principles of the Mitochondrial Transducing Unit*. Proceedings National Academy Science USA, 70, 904, 1973.
- [27] Hanneman R. E., Jorgensen P. J. — *On the Existence of Electro-mechanical and Photomechanical Effects in Semiconductors*. Journal Applied Physics 38, 4099, 1106.
- [28] Ingels N. P., Thompson N. P. — *An Electrokinematic Theory of Muscle Contraction*. Nature 211, 1032, 1966.
- [29] Janiszewski — *Fizjologia synaps nerwowo-mięśniowych u zwierząt bezkręgowych*. Streszczenia referatów i komunikatów XIII Zjazd Pol. Tow. Fizjologicznego. Gdańsk 130, 1975.
- [30] Kent M., Mallard J. R. — *Electron Spin Resonance in Biological Tissues*. Nature 215, 736, 1967.
- [31] Ladik J. — *Quantenbiochemie für Chemiker und Biologen*. Stuttgart 1972

- [32] Lakatos T. — *Electronic Processes in Generation of Nerve Excitation*. Acta Biochim. et Biophys. Acad. Sci. Hung. 10, 71, 1975.
- [33] Lundström I. — *Mechanical Wave Propagation on Nerve Axons*. Journal theor. Biology 45, 487, 1974.
- [34] Marino A. A., Becker R. O. — *Mechanically Induced Free Radicals in Bone*. Nature 218, 466, 1968.
- [35] Marino A. A., Becker R. O. — *Piezoelectric Effect and Growth Control in Bone*. Nature 228, 473, 1970.
- [36] Marino A. A., Becker R. O. — *Piezoelectricity in hydrated frozen bone and tendon*. Nature 253, 627, 1975.
- [37] Miller J. R. — *Intermolecular Electron Transfer by Quantum Mechanical Tunneling*. Science 189, 221, 1975.
- [38] Nowick A. S. — *Piezoelectric properties of bone as functions of moisture content*. Nature 253, 626, 1975.
- [39] Pappas G. D., Purpura D. P. (Ed.) — *Structure and function of synapses*. New York 1972.
- [40] Rudden M. N., Wilson J. — *Elementy fizyki ciała stałego* (tł. z ang.) Warszawa 1975.
- [41] Sedlak W. — *Kwantowe podstawy ruchu w świecie organicznym*. Roczniki Filozoficzne 19, 91, 1971.
- [42] Sedlak W. — *Wprowadzenie w fotodynamikę strukturalną układów biologicznych*. Kosmos A 5, 513, 1974.
- [43] Sedlak W. — *The Electromagnetic Nature of Life*. Second Int. Congress Psychotronic Research, Monte Carlo 77, 1975.
- [44] Sedlak W. — *Dynamika bioplazmy i metabolizm*. Kosmos A, 3, 261, 1975.
- [45] Sedlak W. — *Elektromagnetyczna przemiana energii w żywym ustroju* (w druku).
- [46] Sedlak W. — *Podstawy bioakustyki kwantowej* (w druku).
- [47] Shamos M. H., Lavine L. S. — *Piezoelectricity as a Fundamental Property of Biological Tissues*. Nature 213, 267, 1967.
- [48] Singer M., Bryant S. V. — *Movements in the Myelin Schwann Sheath on the Vertebrate Axon*. Nature 221, 1148, 1969.
- [49] Song P. S., Moore T. A., Sun M. — *Excited States of Some Plant Pigments*. In: Chemistry of Plant Pigments. New York — London 33, 1972.
- [50] Szent-Györgyi A. — *Bioelectronics*. New York — London 1968.
- [51] Szent-Györgyi A. — *Electrons, Molecules, Biology and Cancer*. Acta Biochimica Biophysica Acad. Sci. Hung. 8, 117, 1973.
- [52] Tomaselli V. P. — *Electrical Properties of Hydrated Collagen*. II. Semiconductor Properties. Biopolymers 13, 2423, 1974.
- [53] Tsu R. — *Phonon Radiation by Uniformly Moving Charged Particles in Piezoelectric Solids*. Journal Applied Physics 35, 125, 1964.
- [54] Vasilescu D., Cornillon R., Mallet G. — *Piezoelectric Resonances in Amino-acids*. Nature 225, 635, 1970.
- [55] Wnuk W. — *Siły oddziaływań między komórkami*. Postępy Biochemii 20, 425, 1974.

D. F. Roberts, red. — Human variation and natural selection. Symposia of the Society for the Study of Human Biology vol. 13. Taylor and Francis, Londyn 1975. Str. X+209. Funtów ang. 4.50.

Ta nieduża książka o atrakcyjnym tytule wywołuje początkowo pewne rozczarowanie. Okazuje się bowiem, że najświeższy tom serii nie zawiera w istocie niczego nowego, gdyż wypełniają go przedruk artykulów opublikowanych w niektórych wcześniejszych tomach, z lat 1958, 1959 i 1961. Redaktor w przedmowie wyjaśnia, że kilka artykułów z tych lat zyskało wielką popularność, kupowano dla nich całe tomy, których zapas obecnie się wyczerpał. Zdecydowano więc zebrać razem artykuły najczęściej poszukiwane. Do każdego artykułu dodano wstępną notatkę, wymieniającą w wielkim skrócie najważniejsze prace odnoszące się do zagadnienia poruszanego w artykule, a które ukazały się między okresem pierwotnego druku i 1975 r. Niestety książka nie zawiera dokładnych danych o przynależności pierwotnej prac. Można to tylko zgadywać w oparciu o daty prac cytowanych w spisach literatury i znając terminy pierwotnych sympozjów.

Trzeba przyznać, że pomimo upływu lat prace zawarte w zbiorze zachowały swą czytelność i aktualność. Wynika to zapewne z dwu okoliczności. Po pierwsze, autorzy, jak T. Dobzhansky, L. S. Penrose, czy P. M. Sheppard znakomicie opanowali sztukę pisania zwięźle, jasno i interesująco. Po drugie problematyka leżąca na pograniczu antropologii i ewolucjonizmu budzi oczywiście zaciekawienie, choćby dlatego, że przepływ wiadomości między tymi dwoma naukami pozostawia wiele do życzenia. Wielu antropologów nie zdaje sobie dostatecznie sprawy z obecnego stanu ewolucjonizmu, zaś badacze ewolucji nie znają dostatecznie nieprzebranych wiadomości o zmienności populacji ludzkich, o ilej lepiej poznanych od zmienności pozostałych organizmów. Tak np. do znudzenia przytacza się odporność heterozygot pod względem anemii sierpowatej, rzadko zaś wspomina się o bardzo podobnym, lecz nieco bardziej złożonym przykładzie odporności na niektóre choroby krwi kobiet będących heterozygotami pod względem genu pozbawiającego erytrocyty enzymu dehydrogenazy glukozy-6-fosforanu. Ogrom szczegółów i istnienie niezwykle komplikacji zniechęcają do pogrążania się w obszernej literaturze antropologicznej. Jeden z autorów tomu pisze, że wskutek lawinowego narastania wiadomości o grupach krwi nie ma już nikogo w pełni zorientowanego w zagadnieniu, a tym mniej zdolnego do stworzenia przejrzystego obrazu (A. E. Mourant, str. 88). Z drugiej strony, jakże nieznosnie uproszczone wydają się różne modele matematyczne ewolucjonistów w porównaniu z rzeczywistym stanem rzeczy. Wspomnę tylko o jednym przykładzie.

Niezgodność w systemie Rh między matką a płodem obniża prawdopodobieństwo przeżycia płodu, a więc obniża efektywną płodność kobiet o krwi Rh—, co wywołuje selekcję działającą przeciwko genowi Rh—. Równocześnie, niezgodność między matką a płodem w systemie ABO, która sama też może być przyczyną choroby płodu i noworodka, może niekiedy ochraniać przed groźniejszym konfliktem w systemie Rh. Płodność kobiet Rh— zależy więc w pewnym stopniu od utrzymywania się polimorfizmu w systemie ABO. Trzeba dodać, że system Rh zajmuje przypuszczalnie co najmniej trzy loci, zaś rozmaitych systemów grup krwi wyróżnia się obecnie kilkanaście. Wydaje się, że cała różnorodność wpływa na przeżywalność i płodność osobników poprzez rozmaite wzajemne związki. Trudno przypuścić, aby taką złożoność mógł należycie oddać jakikolwiek model matematyczny.

Dla czytelnika polskiego interesujące są podkreślenia, że prace Ludwika i Hanny Hirszfeldów z lat 1918/19 otworzyły drogę dla nowoczesnej antropologii. Ponadto wspomniana jest praca T. Bielickiego i Z. Welona. Tom zawiera 14 artykułów, rezygnując z wymieniania ich tematów, gdyż tytuł tomu dobrze opisuje treść. Sądzę, że zawartość większości artykułów sownie wynagrodzi czytelnikowi trud lektury.

Henryk Szarski

Detlaf, T. A. red — Obiekty biologii rozwoju. Moskwa 1975, 579 stron, 132 rys. w tekście i 116 tablic kredowych, cena 3,65 rub.

Radziecka Akademia Nauk rozpoczęła serię wydawnictw z zakresu „Zagadnienia biologii rozwoju”. Pierwszy tom „Metody biologii rozwoju” ukazał się przed półtora rokiem. Obecny zawiera podstawowe wiadomości o organizmach używanych w pracowniach do badań nad ich rozwojem. Trzydziestu autorów przedstawia w dwudziestu rozdziałach 22 gatunki, poczynając od Amoeba i Chlamydomonas, a z tkankowców od stułbi do ssaków włącznie.

Podręcznik ten ma ułatwić biologom, lekarzom i weterynarzom dobór materiału najodpowiedniejszego do zamierzonych badań, materiału przede wszystkim dostępnego w ZSSR. Zawiera między innymi praktyczne wskazówki, jak hodować zwierzęta laboratoryjne, jak uzyskiwać komórki płciowe, jak prowadzić sztuczną inseminację i jak otoczyć opieką rozwijające się formy młodociane.

Dużą zaletę podręcznika stanowią krótkie wprowadzenia w stanowisko systematyczne obiektu badań, tytuły podstawowej literatury z zakresu badań robionych na nim. Tablice normalnego rozwoju osiemnastu gatunków, w postaci tabelarnej i rysunkowej, wprowadzają unifikację stadiów rozwojowych, tak potrzebną dla jednolitego określania etapów rozwojowych materiału doświadczalnego. Jako nowość wprowadzono czas trwania cyklu mitozy dla określania następstwa stadiów rozwojowych u zmiennocieplnych w różnych temperaturach. Ponadto znajdują się jeszcze w niektórych rozdziałach wiadomości o budowie gamet, chromosomów, o procesie zapłodnienia.

Oprócz bardzo pożytecznej, zwięzłej a na wysokim poziomie podanej treści imponuje także strona typograficzna książki. Przejrzysty układ treści uzyskano dzięki zastosowaniu różnego rodzaju cziónek. Ryciny kreskowe są bez zarzutu, na kredzie dobre, niektóre znakomite. Papier luksusowy, dość powiedzieć, że książka ta w twardej oprawie waży 1,40 kg.

Zygmunt Grodziński

Grzimek's Animal Life Encyclopedia. Volume 5. Fishes II and Amphibians. New York, 1974, Van Nostrand Reinhold Company, str. 555, liczne ilustracje barwne. Cena zł. 797,20.

Oryginalne niemieckie wydanie tego tomu Encyklopedii zwierząt Grzimeka (1971) dotarło do nas w bardzo niewielkiej ilości egzemplarzy w zasadzie tylko do kilku bibliotek instytutów zoologicznych. Wersja angielska dotarła do nas w większej ilości i znalazła się w wolnej sprzedaży, warto więc chyba poświęcić nieco uwag temu wydawnictwu. Tom 5 obejmuje drugą „część” ryb oraz całe płazy. I tu od razu można mieć zastrzeżenia co do całego podziału wydawnictwa. Wprawdzie płazy są jedną z najmniej licznych gromad kręgowców, ale to chyba nie powinno ograniczać ich pozycji w tej encyklopedii tylko do połowy tomu, tym bardziej, że ptakom poświęcono 3 t., a ssakom aż 4 t. Na pewno jest to grupa kręgowców, której

warto poświęcić więcej miejsca, choćby ze względu na to, że były one pierwszymi kręgowcami lądowymi. Poza tym mają one olbrzymie możliwości adaptacji do życia w różnych środowiskach, co można byłoby zilustrować na większej ilości materiału. Na pewno autorzy zebraliby tu dość danych, aby wypełnić nimi cały tom (choćby nieco mniejszej objętości).

Podobnie jak pozostałe tomy tego wydawnictwa poszczególne rzędy obu gromad zostały opracowane przez specjalistów zajmujących się przedstawicielami danej grupy systematycznej. Z ryb zostały tu omówione rzędy: *Beryciformes*, *Zeiformes*, *Lampridiformes* (rozdział 1), *Gasterosteiformes*, *Channiformes* (rozdział 2), *Scorpaeniformes*, *Dactylopteriformes*, *Pegasiformes*, (rozdział 3), *Perciformes* (rozdziały 4–10), *Mastacembeliformes* (rozdział 10), *Pleuronectiformes* (rozdział 11), *Tetraodontiformes* (rozdział 12) oraz ewolucja ryb i jako dwa ostatnie rzędy *Crossopterygii* i *Dipnoi* (rozdział 13). W przypadku każdej wyższej jednostki systematycznej podano jej krótką charakterystykę. Być może fakt, że opisy jednostek taksonomicznych od rodzin w górę są niezwykle skąpe wynika z ograniczenia objętości tomu, a co za tym idzie i poszczególnych haseł. Wydaje się jednak, że te charakterystyki nie powinny się ograniczać do pewnych szczegółów anatomicznych czy morfologicznych. W przypadku niektórych rodzin czy rzędów cytowane są również pewne dane ekologiczne i z biologii danej grupy. Należało tu np. omówić rozmieszczenie geograficzne danej grupy, podanie bowiem tego rozmieszczenia przy poszczególnych gatunkach nic nie mówi o rejonizacji geograficznej całej grupy.

Druga część książki jest poświęcona płazom. Rozdział 1 stanowi omówienie pochodzenia kręgowców lądowych. Omawiają tu autorzy różne teorie na pochodzenie płazów. Szczególną uwagę zwrócono tu na takie zagadnienia jak przejście płazów do lądowego trybu życia, zmiany w budowie anatomicznej płazów związane ze zmianą środowiska życia, porównanie ryb trzonopłetwych z prymitywnymi czworonogami, płuca i skrzela, ewolucję ucha wewnętrznego, stadia przejściowe między rybami a płazami, pochodzenie kończyn kręgowców. Dostyć dokładnie omówione są też prymitywne grupy płazów (*Ichthyostegalia*). Dyskutowany jest tu też problem czy kręgowce lądowe pochodzą od form słodko- czy słonowodnych, a kończą autorzy stwierdzeniem, że te pierwsze były przodkami kręgowców lądowych.

Rozdział 2 poświęcony jest ogólnej charakterystyce płazów. Podano tu najważniejsze cechy ich budowy i biologii. Następnie porównano płazy z gadami zwracając uwagę na najważniejsze różnice między obydwoima gromadami. W dalszej części rozdziału omówione zostały najważniejsze grupy płazów kopalnych. Krótko też omówiono pierwsze płazy bezogonowe i ogoniaste. Podano też, z których grup płazów kopalnych prawdopodobnie wywodzą się trzy współczesne rzędy płazów. Ostatnią wreszcie część tego rozdziału zajmuje charakterystyka współczesnych płazów. Zwrócono tu uwagę na szereg przystosowań w budowie ciała do życia na lądzie; sposoby pobierania pokarmu, zdolność do „uczenia się”, temperatura ciała, formy rozwoju, życie larwalne i zmiany w pokarmie po metamorfozie, zajęcie różnych środowisk życiowych, metamorfoza, wiek osiągany przez płazy i wreszcie neotenia.

Rozdział 3 poświęcony jest płazom ogoniastym i morskoczelcom. Podkreślono tu, że obecne płazy ogoniaste różnią się znacznie budową od ich przodków. Szczególną uwagę zwrócono w tej charakterystyce na środowisko życia tych płazów oraz rozmnażanie i rozwój. Dalszą część rozdziału stanowi już przegląd systematyczny tej grupy. Kolejno omówieni są przedstawiciele podrzędów *Cryptobranchioidea*, *Ambystomatoidea*, *Salamandroidea*, i *Sirenoidea*. Ostatnią część rozdziału stanowi omówienie rzędu *Gymnophiona*. Przy charakterystyce ogólnej tego rzędu zwrócono szczególną uwagę na przystosowanie tych płazów do grzebania w ziemi.

Rozdział 4 poświęcony jest „żabom i ropuchom”. Na wstępie scharakteryzowano tu cały rząd płazów bezogonowych. Poruszono też problem systematyki tej grupy płazów, przytaczając podział na podrzędy według budowy kręgów. Sporo miejsca

zajmuje też charakterystyka głosów tych płazów, środowisko życia, przystosowań do życia w tym środowisku oraz rozwój. Ciekawe są tu dane o kulinarnym znaczeniu tych płazów oraz o wpływie na nie środków chemicznych. Na zakończenie wymieniono gatunki znajdujące się na liście zagrożonych ogłoszonej przez IUCN.

Rozdział 5 obejmuje niższe płazy bezogonowe (rodziny *Leiopelmatidae*, *Pipidae*, *Discoglossidae*, *Rhinophrynidae* i *Pelobatidae*), 6 natomiast wyższe płazy bezogonowe (rodziny *Ranidae*, *Rhacophoridae*, *Phrynomeridae*, *Pseudidae*, *Bufo*nidae, *Hylidae* i *Centrolenidae*).

Następnie zamieszczono zestawienie systematyczne ryb omówionych w tym tomie (kolejno rzędy, podrzędy, rodziny, rodzaje i gatunki) podając nazwy tych jednostek w języku angielskim i łacińskim, a dla gatunku podano również autora nazwy i rok opisania gatunku. Dalej zamieszczono takie samo zestawienie dla płazów. W obu grupach uwzględniono również formy kopalne.

Dalej wyjaśniono zasady systematyki zoologicznej i nazewnictwa oraz podano słownik nazw zwierząt w czterech językach — angielskim, niemieckim, francuskim i rosyjskim — oddzielnie dla ryb i płazów. W literaturze do każdej grupy oddzielnie zestawiono książki angielskie i niemieckie. Na zakończenie książki zestawiono indeks osobno dla ryb i płazów.

Całość książki jest ułożona w ten sposób, że każda strona ma dość szeroki margines, na którym zaznaczono nazwy wyższych jednostek systematycznych (np. rodzin czy rzędów), co wskazuje, w którym miejscu tekstu zaczyna się opis danej jednostki. Na tych marginesach zamieszczono też mapy rozmieszczenia geograficznego gatunków czy podgatunków. W części poświęconej rybm tym map jest stosunkowo mało, natomiast w części poświęconej płazom zamieszczone są mapy rozszedlenia niemal wszystkich gatunków. Wprawdzie mapy są bardzo małe, co nieco zmniejsza ich czytelność, ale w zasadzie można na ich podstawie wyobrazić sobie ukazane rozmieszczenie. Dzięki takiemu rozmieszczeniu map mogli autorzy poświęcić więcej miejsca na opisy poszczególnych gatunków. Marginesy służą jeszcze jednemu celowi. Otóż zamieszczono na nich hasła dotyczące ważniejszego lub ciekawszego miejsca tekstu (np. wędrówki jakiegoś gatunku, opieka nad potomstwem, itp.). Dzięki temu szukając danych do jakiegoś zagadnienia można na podstawie tych haseł odszukać interesujące dane i gatunki. Na marginesach zamieszczono także wiele rysunków, co wydatnie uzupełnia ilustracje na tablicach (np. zaloty salamander, larwy niektórych płazów czy niektóre szczegóły anatomiczne). Oczywiście jest to bardzo cenne dla czytelnika i pomysłowo uzupełnia tekst. Opisy poszczególnych gatunków nie są jednolite. Jedne gatunki są opisane bardzo dokładnie, o innych natomiast krótko tylko wspomniano. Przyjęto tu zasadę szerszego omówienia gatunków lepiej znanych i pospolitszych oraz gatunków o ciekawszych zwyczajach i biologii.

Pewną nowością w tego typu wydawnictwach encyklopedycznych jest stosunkowo obszernie omówienie form kopalnych oraz ewolucji (ryby trzonopłetwe i płazy). Również bardzo cenne jest umieszczenie form kopalnych w zestawieniu systematycznym. W książce zastosowano wiele skrótów i symboli, dzięki czemu można było zamieścić znacznie więcej informacji o poszczególnych gatunkach bez zwiększania objętości tomu.

Zastrzeżenia budzi tu umieszczenie angielskich nazw jednostek systematycznych na marginesach w miejscach, gdzie zaczyna się opis danej grupy. Wprawdzie wydanie to jest przeznaczone dla czytelnika anglosaskiego, ale wygodniejsze byłoby tu umieszczenie nazw łacińskich. Dotyczy to również słownika nazw zwierząt w językach kongresowych. Zestawiono ten słownik w 4 wersjach, za każdym razem zaczynając pierwszą kolumnę od innego języka. W żadnym jednak z tych zestawień nie podano nazw łacińskich. Jeśli więc czytelnik chce odszukać nazwę jakiegoś gatun-

ku w innym języku musi najpierw znaleźć w tekście angielską nazwę gatunku i dopiero według niej szukać nazwy w innym języku, co oczywiście wygodne nie jest.

Szata ilustracyjna jest identyczna jak w oryginalnym niemieckim wydaniu. Rysunki schematyczne na marginesach są bardzo czytelne, a rysunki czy zdjęcia na barwnych tablicach z reguły dobrze oddają barwy ukazywanych zwierząt.

Można tu mieć zastrzeżenia do systematyki płazów. Kilka grup płazów bezogonowych potraktowano jako podrodziny w obrębie rodziny *Ranidae*, podczas gdy w wielu przeglądach systematycznych są one traktowane jako samodzielne rodziny. Problem tej systematyki nie jest jeszcze obecnie definitywnie rozwiązany, w związku z czym należało to chyba przedstawić w bardziej dyskusyjnej formie. Trafiają się tu również błędy w nazewnictwie łacińskim, np. w zestawieniu systematycznym płazów *Pipa parvu* zamiast *Pipa parva* czy *Onychodactylus fischer* zamiast *Onychodactylus fischeri*. W zestawieniu systematycznym priorytet powinna mieć nazwa łacińska a nie angielska, tym bardziej, że nie dla wszystkich form podano nazwy angielskie. Bibliografia w porównaniu z oryginałem niemieckim została uzupełniona o niektóre najnowsze pozycje książkowe opublikowane już po wydrukowaniu wydania niemieckiego.

W sumie książka ta powinna się znaleźć w każdej placówce naukowej czy też w ogrodzie zoologicznym, gdzie prowadzi się jakieś obserwacje nad rybami czy płazami. Wiele ciekawych informacji znajdzie tu każdy zoolog, a dla laika czy początkującego zoologa jest ona prawdziwą kopalnią informacji o tych gromadach kręgowców.

Antoni Żyłka

Flora jęwropiejskiej czasti SSSR. Tom I. Red. A. A. Fiedorow. Izd. „Nauka”, Leningrad 1974, s. 404.

Instytut Botaniki im. Komarowa w Leningradzie podjął niezmiernie ambitne zadanie, jakim jest wydanie flory obszaru europejskiej części ZSRR. Dzieło to jest kontynuacją świetnych tradycji florystycznych, sięgających jeszcze ubiegłego stulecia. Z poprzedniczek omawianej „Flory” należałoby wymienić „Florę Średniej i Jużnoj Rossii, Kryma i Sewernogo Kawkaza” Schmalhausena (1895, 1897), 3 tomową „Florę Jęwropiejskiej Rossii” Fedczenki i Flerowa (1908—1910), a także klucze do oznaczania roślin wyższych: Taliewa (9 wydań do 1941) oraz Stankowa i Taliewa (1949, 1957). Oba wydania „Opredelitela wysszich rastienij” Stankowa-Taliewa rozeszły się bardzo szybko. Wspomniany „Klucz” posiadał jednak wiele stron ujemnych, np. nomenklaturę nie zawsze zgodną z wymogami obowiązującego obecnie Międzynarodowego Kodeksu Nomenklatury Botanicznej. W tej sytuacji wydanie nowej „Flory” europejskiej części ZSRR stało się palącą potrzebą. Ani „Flory” regionalne, ani „Flora Europaea”, ani nawet 30-tomowa „Flora ZSRR” nie są w stanie zastąpić „Flory” poświęconej wyłącznie europejskiemu obszarowi ZSRR. W ten sposób autorzy uzasadniają we wstępie do I t., który niedawno ukazał się, cel oraz konieczność wydania nowej „Flory”. Całość dzieła będzie obejmowała 11 t., a w tym 185 rodzin. Obszar uwzględniony we „Florze” rozciąga się od granicy państwowej na zachodzie, po Ural na wschodzie, obejmując na północy europejską część Arktyki, a na południu Krym. Omawiane dzieło uwzględni wszystkie dziko rosnące gatunki oraz najważniejsze uprawiane na terytorium europejskiej części ZSRR, ich taksonomię, warunki siedliskowe, rozmieszczenie oraz liczby chromosomów. Będzie to zarazem podstawowy klucz do oznaczania roślin, przeznaczony dla botaników, rolników oraz miłośników przyrody. Autorzy nie wspominają o ewentualnym terminie zakończenia całości „Flory”. Jest to zresztą słuszne, gdyż opracowaniu dzieła tego typu nie można wyznaczać z góry sztywnych ram czasowych.

Do wydania „Flory” autorzy byli dobrze przygotowani. Tak np. opracowanie rodziny *Poaceae* w I t. powierzono wybitnemu specjalście od traw N. N. Cwielewowi, a paprotniki opracował A. E. Bobrow. Redaktorem naczelnym „Flory” jest A. A. Fiedorow, a redaktorami I t. — N. N. Cwielew oraz odpowiedzialny za nomenklaturę S. K. Czerepanow. Autorami I t. — poza już wyżej wymienionymi — są E. G. Bobrow, który opracował *Pinophyta* oraz A. A. Fiedorow, który napisał część wstępną, podał klucz do oznaczania rodzin oraz opisy wyższych taksonów.

Tom I oprócz części szczegółowej zawiera obszerną część wstępną, w której podano niezbędne informacje wprowadzające do całości „Flory” i ułatwiające korzystanie z niej. Ponadto w części wstępnej scharakteryzowano krótko „Flory” poprzedzające wydanie niniejszej, uzupełniając tę charakterystykę krótkimi biografiami i fotografiami autorów tych „Flor”. Na stronie 6 podano wykaz wszystkich rodzin objętych „Florą”, a na stronach 31—53 dobrze opracowany dichotomiczny klucz do oznaczania tych rodzin. Ponadto w części wstępnej zestawiono oraz zilustrowano schematyczną mapą geobotaniczne regiony europejskiej części ZSRR objęte „Florą”, wraz z ich skrótami używanymi w tekście. Cennym uzupełnieniem części wstępnej jest obszerny wykaz ważniejszej literatury florystycznej dotyczącej terenu opracowania. Z autorów polskich zacytowano tutaj Zapałowicza (1906—1911), Hryniewieckiego (1933) oraz „Rośliny polskie” (wydanie z 1953) Szafera, Kulczyńskiego i Pawłowskiego. Natomiast nie została uwzględniona w wykazie literatury „Flora polska” (1919—1972).

Część szczegółowa obejmuje paprotniki, nagonasienne oraz z okrytonasiennych rodzinę traw. Tom I zawiera 27 rodzin, 167 rodzajów oraz 650 gatunków i podgatunków. W większości „Flor” rosyjskich i radzieckich przyjmowano dotąd układ zgodnie z systemem Englera. W omawianej „Florze” autorzy wybrali system Tachtadziana, gdyż — jak uzasadniają we wstępie — jest to system, który bardzo dobrze odzwierciedla współczesne poglądy na filogenezę. Konsekwencją przyjęcia systemu Tachtadziana są zmiany niektórych terminów morfologicznych, jak np. zrezygnowanie z terminów „kwiat” i „kwiałostan” u nagonasiennych. Również zakresy poszczególnych rodzin przyjęto zgodnie z systemem Tachtadziana. Nomenklatura wyższych taksonów oparta jest o prace Tachtadziana, Cronquista i Zimmermanna. Na uznanie zasługuje niezwykle starannie i w nowoczesny sposób opracowana nomenklatura taksonów niższych od rodziny (rodzajów, gatunków itd.). Po nazwie gatunku podane są bazonim i synonimy wraz z cytatami odpowiednich prac. W razie potrzeby cytowane są także inne prace florystyczne, regionalne „Flory” i „Klucze”. Obowiązkowo cytowane są „Flora ZSRR” i „Flora Europaea”. Ponadto podane są typ i „locus classicus”, skąd gatunek został opisany.

W przeciwieństwie do wąskiego ujęcia rodzin i rodzajów, autorzy traktują gatunki dość szeroko, wyróżniając w ich obrębie podgatunki. Taka koncepcja gatunku przyjmowana jest obecnie przez większość „Flor” zachodnioeuropejskich, a różni się od przyjętej we „Florze ZSRR”. W tej ostatniej traktowano w randze gatunków wszystkie rasy geograficzne, nawet połączone formami pośrednimi, nie wyróżniając w zasadzie żadnych jednostek infraspecyficznych. Z takim ujęciem gatunków wielokrotnie dyskutowaliśmy we „Florze polskiej”. Dzięki wprowadzeniu w omawianej „Florze” rangi podgatunku dla geograficznie lub ekologicznie zastępczych ras połączonych formami pośrednimi, gatunki stają się jednostkami dość ostro od siebie odgraniczonymi. Umożliwia to łatwiejszą i pewniejszą ich identyfikację według kluczy. Podobne ujęcie gatunków przyjmuje się również we „Florze polskiej”.

We „Florze europejskiej części ZSRR” podano klucze do oznaczania rodzin, rodzajów, gatunków i podgatunków. Poszczególne stopnie klucza zawierają 15—20 słów. Opisy wyższych taksonów oparto na pracach Cronquista i Tachtadziana. Poczynając od rodzin, opisy wyższych taksonów zawierają 30—40 słów, podrodzin i trybów ok. 20 słów, a rodzajów do 50 słów. W charakterystyce rodzajów uwzględ-

niono wyłącznie cechy gatunków, które rosną na terytorium „Flory”. Po opisach rodzin i rodzajów podano nowsze monografie i ważniejsze opracowania z zakresu systematyki danej grupy. Charakterystykę podrodzajów, sekcji i podgatunków ograniczono do 10–20 słów. Natomiast cały opis gatunku zawarty jest w kluczu do oznaczania. Moim zdaniem daje się raczej niekorzystnie odczuć brak choćby bardzo krótkiego opisu podanego bezpośrednio przy danym gatunku. W tej sytuacji chcąc np. potwierdzić oznaczenie danego gatunku, musimy cofnąć się do klucza. Niewątpliwie zbyt długie opisy, tak częste w wielu „Florach” nie zawsze są potrzebne. Często nie wnoszą one nic istotnego, natomiast znacznie powiększają objętość dzieła. Z drugiej strony zrezygnowanie z nawet bardzo krótkiego opisu wydaje mi się drugą skrajnością. Nie zawsze da się ująć wszystkie istotne cechy danego gatunku w kluczu. Krótki opis (por. Rothmaler „Exkursionsflora”) z podaniem jeszcze kilku innych cech, które nie znalazły się w kluczu, upewnia nas co do poprawności naszej identyfikacji. Jest to ważne zwłaszcza dla studentów oraz amatorów-botaników, a przecież — jak piszą autorzy we wstępie — „Flora” jest przeznaczona także i dla nich, a nie tylko dla profesjonalistów.

Kolejność gatunków numerowanych w obrębie rodzaju oraz kolejność rodzajów numerowanych w obrębie rodziny jest zgodna z odpowiednimi monografiami lub według „Flory ZSRR”. Przy rozmieszczeniu ogólnym gatunków podano najpierw rejony ZSRR, w których gatunek ten występuje, a następnie części świata. Przy każdym gatunku wymieniono siedliska oraz zbiorowiska, w których dany gatunek rośnie, a dla gatunków górskich podano również piętro ich występowania i maksymalną wysokość w metrach nad poziom morza. Liczby chromosomów podano w tych przypadkach, gdy dane odnoszą się do flory europejskiej. Po liczbie chromosomów wymienione są mieszańce międzygatunkowe.

W tomie I zamieszczono 28 bardzo dobrze wykonanych rycin pokrojowych. Natomiast zaskakuje niekiedy wybór gatunków przedstawionych na rycinach. Tak np. w grupie paproci znajdujemy m. in. ryciny tak pospolitych i niekrytycznych gatunków jak *Cystopteris fragilis*, *Pteridium aquilinum* czy też *Botrychium lunaria*, podczas gdy bardziej celowe byłoby może zilustrować niektóre gatunki krytyczne lub też mniej znane.

„Flora europejskiej części ZSRR” stanowi niezmiernie cenny i olbrzymi wkład w rozwój florystyki w Europie. Wartościowe to dzieło dobrze spełni — jak można sądzić po pierwszym tomie — swą rolę podstawowego dzieła florystycznego nie tylko europejskiej części ZSRR, lecz także ziem ościennych. Dlatego książka ta powinna się znaleźć na półkach każdej większej biblioteki botanicznej w Polsce. Z doświadczeń autorów leningradzkich mogą bowiem dużo skorzystać nasi botanicy, przystępujący obecnie do nowego wydania pierwszych, zdezaktualizowanych już tomów „Flory polskiej”.

Halina Piękoś

WODZIAN CHLORALU — ROZPUSZCZALNIK BŁON BIOLOGICZNYCH*

Badania nad błonami biologicznymi napotykają na trudności ze względu na brak rozpuszczalników umożliwiających całkowity rozdział składników błon z zachowaniem ich aktywności biologicznej.

W badaniach nad różnicami genetycznymi białek w błonach komórek ssaków niezbędna jest metoda umożliwiająca całkowite rozpuszczenie błon, ale również rozdział ich składników na podstawie różnic ładunków, ponieważ różnice między allelami najczęściej wyrażają się w wymianie aminokwasów. Autorzy przedstawiają całkowicie nową metodę rozpuszczania błon, która równocześnie zapewnia przeprowadzenie rozdziału składników w oparciu o różnicę ładunków i wielkość cząsteczek. W rybosomalnym złożonym układzie uzyskanym z *E. coli* udało się zrekonstruować aktywność biologiczną białek po ich rozpuszczeniu.

Bufor stosowany do rozpuszczania składa się z wodzianu chloralu (wolnego od kwasu mrówkowego), tauryny i 3-bromopirydyny, którego pH 3 i objętość 100 ml osiąga się przez dodawanie 85% kwasu mlekowego. Rozpuszczanie polegało na zmieszaniu 2 części zawiesiny o stężeniu 20–40 mg/ml białka z błon w roztworze obojętnym (lub wodzie) z 1 częścią merkaptotetanolu (pH 8). Mieszaninę tę odstawiano na 5–10 min. w temperaturze pokojowej. Po upływie tego czasu dodawano buforu rozpuszczającego aż do uzyskania końcowego stężenia białka 1 mg/ml. Do tej mieszaniny dodawano jeszcze stałego przekrystalizowanego wodzianu chloralu aż do stężenia 1 g/ml. Autorzy podają dokładny opis warunków przeprowadzenia elektroforezy, które różnią się znacznie od warunków stosowanych w metodzie Ornsteina i Daviesa. Komorę elektroforetyczną sporządzono z Lexanu (poliwęglanu), ponieważ wodzian chloralu rozpuszcza plexiglas, gumę i inne rodzaje tworzyw sztucznych.

Autorzy przeprowadzili rozdział składników białkowych błon erytrocytów ludzkich, chloroplastów szpinaku, mitochondriów serca bydłęcego, cząsteczek fosforylujących *Azotobacter vinelandii* i komórek nowotworowych myszy. W miejscu startu pozostawały zaledwie ślady białka, co wskazywałoby na dokładny rozdział agregatów białkowych błon na cząstki wielkości por 5% żelu poliakrylamidowego. Wielokrotne przeprowadzenie rozdziału elektroforetycznego wykazało zadowalającą powtarzalność wyników. W materiale doświadczalnym nie badano składników lipidowych.

Przeprowadzony równocześnie rozdział na żelu zawierającym SDS wykazał, że zastosowanie buforu zawierającego wodzian chloralu umożliwia lepszy rozdział. Przy zastosowaniu buforu z wodzianem chloralu osiągnięto rozdział kilku frakcji nie rozdzielających się na żelu zawierającym SDS. Przeprowadzono również kontrole powstawania ewentualnych zmian w białkach podczas inkubacji w wodzianie chloralu. W tym celu aminokwasy poddano 18-godzinnej inkubacji przy temperaturze 25°. Analiza aminokwasów przeprowadzona przed i po inkubacji wykazała różnice. Dla porównania przeprowadzono również rozdział w żelach zawierających mocznik i octan potasowy. Nie stwierdzono zmian w obrazie elektroforetycznym rybonukleazy A, chymotrypsynogenu i owoalbuminy po inkubacji w buforze rozpuszczającym. Białka 30 S wyekstrahowane z rybosomów *E. coli* inkubowane 24 godz. przy 0°C

* Byron Ballou, G. Sundhafadas, Marylin L. Bach: Cloral hydrate: a solvent of biological membranes. Science 1974, (185), 531, 533.

i 20°C w buforze rozpuszczającym zachowywały odpowiednią aktywność biologiczną w 93% i 65%, lecz inkubacja w buforze pozbawionym wodzianu chlorału również prowadziła do znacznej utraty aktywności.

Wodzian chlorału rozdziela zagregowane białka błon w dużych stężeniach, natomiast nie działa tak skutecznie przy niższych stężeniach. Mleczan bromopirydyny poprawia jakość rozdzielania białek na frakcje.

Wiele badań biochemicznych i biologicznych związanych z wyizolowaniem i analizą składników błon biologicznie aktywnych zależy od dostępnych metod. Układ buforowy z wodzianem chlorału działa dostatecznie efektywnie rozdzielając składniki błon do cząstek o wielkości zapewniającej im wędrówkę w 5% żelu poliakrylamidowym zapewniając równocześnie rozdział na wyraźnie rozdzielone frakcje. Elektroforeza z tym buforem może być przeprowadzona bez usuwania lipidów. Omawiana metoda zapewnia również zachowanie aktywności biologicznej układu utworzonego z białek wyodrębnionych drogą elektroforezy składników błon rybosomalnych.

Autorzy uważają, że bufor z wodzianem chlorału może znaleźć zastosowanie w elektroforezie dwukierunkowej oraz szerokie zastosowanie jako odczynnik niepolarny w licznych badaniach biochemicznych i biologicznych związanych z rozłożeniem struktury trzeciorzędowej i w badaniach nad współdziałaniem białka-lipidy.

Konstancja Jakutowicz

PRÓBA WYJAŚNIENIA MECHANIZMU TRANSKRYPCJI mRNA Z PODWÓJNEJ SPIRALI DNA *

Intrygującym autorów zagadnieniem jest czy sekwencja mRNA zależy jedynie od łańcucha komplementarnego DNA. Ponieważ w transkrypcji mRNA bierze udział podwójna spirala DNA, istnieje możliwość występowania wpływu niekomplementarnego łańcucha DNA na wybór zasad dla mRNA. Możliwość ta istnieje w modelach zakładających reagowanie ze sobą podobnych par zasad, w modelach przyjmujących potrójne spirale DNA-DNA-RNA i modelu, który uwzględni współdziałanie trzech spiral podobnie jak w przypadku tRNA; oraz modelach, w których polimeraza RNA przekazuje określony typ swoistości współdziałania zasady RNA-DNA (podwójna spirala) bądź w doświadczeniach porównujących reakcję pojedynczych i podwójnych spiral.

Autorzy przyjęli następujące założenie, że podwójna spirala DNA będzie się składała z dwóch różnych łańcuchów, z których jeden będzie zawierał sygnał wcześniejszego przerwania syntezy łańcucha białkowego. Jeśli taką heterospiralę wykorzystać jako matrycę dla transkrypcji-translacji w układzie bezkomórkowym, wówczas można postawić pytanie, jakie białko zostało zsyntetyzowane: fragmenty, całkowite czy żadne.

Wyniki tego doświadczenia można sprawdzić przeprowadzając rozdział mieszaniny białek na żelu poliakrylamidowym. Gdyby kodowanie syntezy RNA było funkcją sekwencji nukleotydów tylko jednego łańcucha podwójnej spirali DNA, to wówczas niezależnie od ilości sygnałów przerwania syntezy na jednym łańcuchu DNA, uzyskano by przynajmniej jedną kompletną cząsteczkę białka z dwóch heterospirali DNA. Oprócz tego, jeśli wyniki wskazywałyby na udział w transkrypcji — translacji pojedynczego łańcucha DNA, można byłoby ustalić, który z łańcuchów podwójnej spirali jest właściwą matrycą.

Do sprawdzenia tych hipotez przygotowano heterospirale DNA, korzystając z DNA faga fl *E. coli*. Otrzymany po transkrypcji RNA (in vivo in vitro) jest kom-

* N. D. ZINDER: Is mRNA transcribed from the strand complementary to it in a DNA duplex?, *Nature*, 1975, 253, 131—132.

plementarny w stosunku do jednego łańcucha DNA; niefagowego czyli (—) łańcucha. W doświadczeniach autorzy wykorzystali 6 typów hetrospirali DNA. Całkowite białko uzyskiwano, gdy w heterospirali w ujemnym łańcuchu występował gen IV. Ze względu na istotne ograniczenie czułości układu syntetyzującego nie można było wykryć syntetyzowane białka, jeśli zawartość dzikiego typu była mniejsza niż 10%.

Wyniki tych doświadczeń potwierdzają hipotezę, że informacja dla transkrypcji RNA genów strukturalnych jest silnie naruszona przez zmianę jednej zasady w podwójnej spirali w łańcuchu niekomplementarnym do mRNA. Nie znane są skutki innych zmian, które by można zastosować. Autorzy zaproponowali wykorzystanie innego typu heterospirali DNA.

Zaplanowane doświadczenie miało na celu sprawdzenie zasad transkrypcji dla kodowania genów strukturalnych białek. Doświadczenie wykazało, że tylko łańcuch komplementarny podwójnej spirali ma znaczenie decydujące. Heterospirale DNA, w których zmiany dotyczą okolicy funkcjonowania promotorów, operatorów lub okolicy zakończenia transkrypcji, funkcjonowałyby nienormalnie, ponieważ w tych wypadkach rozpoznawanie białka może zależeć od obu łańcuchów spirali. Brak jest podstaw przyjmowania a priori i wiązania tej funkcji z jednym łańcuchem.

Konstancja Jakutowicz

ENERGETYCZNA KONTROLA WIELKOŚCI CIAŁA PTAKÓW*

Celem omawianej pracy była analiza zagadnienia w jakim stopniu produkcja energii i regulacji temperatury ciała limituje wymiary ptaków i jakie wymiary minimalne i maksymalne powstały w toku ewolucji. Prymitywni przedstawiciele większych grup taksonomicznych byli pośredniej wielkości, ale w miarę ewolucji tych grup powstały linie coraz to większych zwierząt lub coraz mniejszych, aż do pewnych granic. Ewolucyjne tendencje wzrostu wymiarów ciała wewnątrz linii filogenetycznych (reguła Cope) były wielokrotnie dokumentowane. Natomiast adaptacyjne korzyści ze zmniejszenia wymiarów ciała są mniej udokumentowane.

U ssaków i ptaków jako zwierząt stałocieplnych, tempo metabolizmu na jednostkę ciężaru ciała wzrasta w miarę zmniejszania się wymiarów ciała. Są zatem granice wielkości u zwierząt stałocieplnych określone przez maksymalne możliwe tempo metabolizmu. Granica ta wynosi ok. 3,5 g (kolibry, ryjówki). Przeciwnie maksymalne wymiary zwierząt stałocieplnych mogą być limitowane przez zdolność zwierzęcia do utraty ciepła i utrzymanie normalnej temperatury ciała w wysokich temperaturach.

Ptaki wróblowate o ciężarze ciała 10 g muszą w temperaturze 0°C zwiększyć metabolizm 2,9 razy a ptaki o ciężarze 100 g tylko 1,5 raza. Odpowiednie wielkości dla ptaków z innych rzędów wynoszą 4,2 i 2,7. Pomiary wymaganej energii w warunkach wolnej przyrody są trudne, ale przybliżone wartości można otrzymać w warunkach eksperymentalnych z hodowli klatkowych. Według Darlingtona (1957) ewolucja i zróżnicowanie się ptaków najpierw odbyło się w tropikach. W miarę posuwania się ptaków do klimatów umiarkowanych i arktycznych ptaki stawały się większe, miały coraz lepszą izolacyjną pokrywę ciała z piór oraz wyższe tempo metabolizmu.

GRANICE MAŁYCH WYMIARÓW U PTAKÓW

Z teoretycznych rozważań nad bioenergetyką ptaków wynika, że ptaki wróblowate powinny ważyć więcej niż 2,3 g. Wśród ptaków wróblowatych najmniejsze gatunki ważą ok. 5 g. Jednym z przystosowań małych ptaków do zmniejszenia utraty

* S. Ch. Kendeigh: Energy control of size limits in birds, *The American Naturalist*, 106, 947, 79—88, 1972.

ciepła jest obfite upierzenie. Pióra konturowe 2 gatunków mysikrólików (*Regulus satrapa*, *R. calendula*) stanowią 11,1% i 8,9% ich ciężaru ciała, podczas gdy u 73 gatunków ptaków pióra konturowe stanowią przeciętnie 7,5% ciężaru ciała. Nie ma innych gatunków ptaków o tak wysokim względnym ciężarze upierzenia konturowego. Również całkowity ciężar upierzenia u *Regulus regulus* wynosi 11% ciężaru ciała, u *Certhidae* również 11%, a u małych gatunków sikor 10% — wszystko to są gatunki stref klimatycznych umiarkowanych.

Ograniczenie rozmieszczenia do klimatów ciepłych ułatwia ewolucję w kierunku małych form. Najmniejsze ptaki kolibry należą do *Nonpasseriformes*. Waga one od 2,5 do 20 g. Ich małe wymiary są możliwe dzięki mniejszemu metabolizmowi standardowemu oraz dzięki oszczędzaniu energii przez heterotermię.

GRANICE DUŻYCH ROZMIARÓW CIAŁA U PTAKÓW

Największy gatunek wśród *Passeriformes* to kruk (*Corvus corax*) wazący od 600 do 1360 g. *Nonpasseriformes* osiągają ogromne rozmiary — struś ponad 100 kg, a kopalny *Aepyornis* aż 483 kg. Maksymalne wymiary ptaków mogą być ograniczane przez stopień zdolności ptaka do zmniejszenia produkcji ciepła w wysokich temperaturach. W miarę wzrostu wymiarów ciała zmniejsza się powierzchnia ciała, przez którą następuje utrata ciepła względem masy ciała, gdzie ciepło jest produkowane. Poza strefą termoneutralną utrata ciepła może być wolniejsza niż jego produkcja, co może prowadzić do śmierci ptaka. Bardzo mało jeszcze wiemy jak zmienia się górna krytyczna temperatura z wielkością ptaka. Można oczekiwać, że tolerancja wobec niskich krytycznych temperatur z reguły wiąże się z nietolerancją wobec wysokich temperatur i vice versa. Ptaki o dużym ciężarze ciała mogą znosić wysokie temperatury tylko dzięki uruchamianiu dodatkowych mechanizmów fizycznych zwiększających utratę ciepła.

Kruk (*Corvus corax ruficollis*) to ptak pospolity w pustynnych rejonach Afryki i Azji, gdzie temperatura dzienna waha się od 36 do 42°C i może często sięgać 52°C. Średni ciężar tego podgatunku kruka wynosi 600 g, to jest ponad dwa razy mniej niż podgatunków północnych. Przy temperaturze otoczenia 50° temperatura jego ciała w odbycie wynosiła 44,7°C, co jest górną znaną granicą dla *Passeriformes*. Jego tempo oddychania w temperaturze 50° jest 11 razy szybsze niż w temperaturze 30°C, co prowadzi dzięki parowaniu do utraty 167% wyprodukowanej przez ptaka energii w temperaturze 50°C.

Wśród *Nonpasseriformes* np. strusie posiadają bardzo dobrze rozwinięty system chłodzenia przez wyparowywanie. Zatem ekstremalne wymiary ciała ptaków wymagają specjalnych adaptacji do regulacji temperatury ciała.

Jan Pinowski

ROLA NIETOPERZY W ZAPYLANIU ROŚLIN TROPIKALNYCH *

H. Baker i B. J. Harris (Ghana) wykazali duże znaczenie biologiczne tropikalnych gatunków nietoperzy roślinożernych (owocozernych) w zapylaniu kwiatów drzew: *Adansonia digitata*, *Ceiba pentandra*, *Kigelia africana*, *Parkia clappertoniana*. Poważnym błędem tych badaczy jest fotografowanie nietoperzy za pomocą fleszów powodujących zaniepokojenie oraz ucieczkę tych ssaków z drzew.

Ostatnio botanik, E. Ayensu wykazał i uzasadnił przy zastosowaniu nowej techniki fotografowania w ciemności bardziej rozległą niż dotychczas przypuszczano

* H. H. Vogt — Fledermaeuse und Baeume ergaenzen sich. Kosmos (Stutt.), 71. 167 — 168. 1975.

rolę nietoperzy owocożernych w zapylaniu i innych gatunków drzew, jak: *Anacardium occidentale*, *Carica papaya*, *Melia azadirachta* i *Spathodea campanulata*.

Na uwagę zasługują wyniki badań etologicznych nad wymienionymi nietoperzami (E. Ayensu). Stwierdzono, że w ciągu dnia osaki te przebywają na gałęziach *Melia azadirachta*, w nocy natomiast spożywają owoce wyłącznie na innych osobnikach tego gatunku. Na rozległych obszarach Afryki Zachodniej obserwuje się ponadto ściśle uzależnienie rozwoju populacji tych nietoperzy od wielkości terenów zalesionych przez *Melia*.

Wiktor Janusz Pajor

PERSPEKTYWY ROZWOJU NOWEJ GAŁĘZI NAUK PRZYRODNICZYCH — ARCHEOLOGII LEKARSKIEJ *

Długofalowe badania antropologiczno-archeologiczne, jak np. drogi wędrówek ludów pierwotnych, ich tryb życia, problemy asymilacji różnych szczepów, mieszania się ras, nie wyjaśnione zagadnienia kolonizacji kontynentów oraz poszczególnych wysp, na przykład Oceanii — wymagają współpracy różnych specjalistów: antropologów, archeologów, biochemików, biologów, lekarzy różnych specjalności, a nawet medyków sądowych. Oto w dużym skrócie — geneza nowej gałęzi wiedzy — archeologii lekarskiej (medycyny archeologicznej).

Nowy kierunek naukowy zajmuje się m. in. drobiazgowym badaniem pozostałych szczątków ludzkich (pomiaru antropometryczne, badania biochemiczne, biologiczne i patomorfologiczne).

U mumii egipskich (R. A. Barraco) wykazano obecność co najmniej 10 warstw bandaży, przesyconych żywicami balsamicznymi oraz przylegających ściśle do powłok skórnych, a ponadto — brak wnętrzości, przy czym puste miejsca w klatce piersiowej oraz jamie brzusznej wypełniała żywica, która otaczała i konserwowała resztki pozostałych tkanek, np. przeciętą aortę i duże naczynia krwionośne. U badanych mumii wykazano daleko posunięte zmiany chorobowe, jak pylicę płuc (warunki klimatyczne), liczne zagojone zranienia i złamania kości (niepokoje polityczne) i in.

Rewelacyjne wyniki otrzymano po przeprowadzeniu obdukcji mumii Majów (C. W. Ceram i F. P. Saul). Istotną przyczyną upadku ich państwa był głód oraz liczne epidemie.

Duże perspektywy dla rozwoju nowej nauki stwarza również stosunkowo prosta w podstawowych założeniach metoda biologiczno-antropologiczna (P. Stastny). Ustalono, że pokrewne ludy, jak również pokrewni osobnicy, posiadają w swej krwi i tkankach niektóre wspólne antygeny. W ten sposób P. Stastny wykazał analogiczne „spektrum antygenowe” w resztkach zakonserwowanych tkanek mumii Inków oraz w krwi współcześnie żyjących w Peru Indian.

Wiktor Janusz Pajor

BADANIA NAD DODATKOWĄ FUNKCJĄ SKRZEL RYB **

Strzela ryb kostnoszkieletowych (*Teleostei*) obok zasadniczej funkcji oddechowej są zarówno aktywnym, jak i biernym narządem wydzielniczym oraz regulującym wędrówki soli mineralnych oraz amoniaku.

W celu potwierdzenia tych przypuszczeń, jednej grupie złotych rybek wstrzyknięto śródtrzewnowo glutaminę, natomiast drugiej grupie kontrolnej — wodę de-

* H.-H. Vogt — Was Mumien erzahlen? Kosmos (Stutt.), 71, 82—83, 1975.

** D. A. Whitelaw — A proposed mechanism for the transport of monovalent cations by mucoproteins in the epithelium of fish gills. South Afric. J. Sc., 71, 189, 1975.

stylowaną. Po pewnym czasie rybki zabijano, z wypreparowanych skrzel wyosabnia-
no nabłonek. Po przeprowadzeniu szeregu procesów homogenizacji, liofilizacji i pre-
cypitacji wyosobniono z homogenatu nabłonka skrzel zespół swoistych mukoprotein.
Analiza strątu białkowego wykazała obecność białka, ponadto cukrowców, heksoza-
miny, kwasu śluzowego oraz kwasu uronowego.

Uzyskane dane prowadzą do wniosku, że glutamina wydziela się przez skrzel
ryby w postaci amoniaku. Dowodem aktywności wydalniczej komórek nabłonka
skrzel jest zwiększona zawartość heksozaminy oraz kwasu śluzowego w porównaniu
z kontrolą. Na uwagę oraz bardziej szczegółowe opracowanie zasługuje znaczny
wzrost aktywności kwaśnej fosfatazy w komórkach nabłonka skrzel ryb po środ-
otrzewnowym podaniu chlorków metali zasadowych.

Wiktor Janusz Pajor

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

DZIAŁALNOŚĆ PODSTAWOWA ŚWIĘTOKRZYSKIEGO PARKU NARODOWEGO W OKRESIE DWUDZIESTOPIĘCIOLECIA ISTNIENIA*

WSTĘP

Cele i zadania Świętokrzyskiego Parku Narodowego, jak i parków narodowych w ogóle, sprowadzają się w zasadzie do dwóch głównych kierunków działalności (z równoczesnym oczywiście pełnieniem funkcji ochrony wszystkich wartości i walorów przyrodniczych, kulturalnych oraz ogólnospołecznych, co jest nierozłączne z samą zasadą istnienia parku narodowego, a znajduje odzwierciedlenie w polskiej ustawie z 1949 r. o ochronie przyrody, w myśl której ochronie podlegają zasoby przyrody oraz twory przyrody żywej i nieożywionej, których zachowanie „... leży w interesie publicznym ze względów naukowych, estetycznych, historyczno-pamiątkowych, zdrowotnych i społecznych”):

1. Służenia potrzebom nauki oraz w szerokim zakresie — dydaktyce. Dla nauki ochrony przyrody znaczenie chronionych obszarów i tworów przyrody polega, między innymi, na możliwości prowadzenia badań porównawczych, zmierzających do:

a) ustalenia metod i wypracowania form ochrony elementów flory oraz fauny, a także zasobów roślinnych i zwierzęcych na określonym obszarze, jak również właściwych podstaw ekonomiki ich użytkowania;

b) opracowania zasad ochrony, kształtowania i odtwarzania środowisk życia wraz z ich zbiorowiskami roślinnymi i zwierzęcymi;

c) stwierdzenia stopnia zagrożenia bezpośredniego i pośredniego określonych obszarów, na skutek rozwoju ogólnogospodarczego oraz następstw biologicznych zanieczyszczenia i skażenia środowiska przyrodniczego (powietrza, wód, gleb), jak również poszukiwania możliwości przeciwdziałania;

d) znalezienia odpowiednich podstaw właściwego użytkowania nieodnawialnych zasobów przyrody oraz ochrony powietrza, wód i gleb;

e) wykazania konieczności oparcia planowania przestrzennego, ogólnogospodarczego na odpowiednich zasadach przyrodniczych, w powiązaniu z określonymi warunkami środowiska przyrodniczego.

2. Udostępnienia (poprzez właściwe przysposabianie) terenów parków narodowych społeczeństwu do celów ogólnopoznawczych i turystyczno-krajoznawczych.

Wyrazem znaczenia parków narodowych dla wypełniania powyższych celów jest m. in., coroczna frekwencja osiągająca w ostatnich latach ponad 7 mln. zwiedzających.

Obszary parków narodowych, ze względu na swoje wartości i walory są przedmiotem stałych zabiegów mających na celu trwałą ich ochronę, z jednoczesnym umożliwieniem wykonywania zróżnicowanych badań i różnych form wykorzystywania dla potrzeb dydaktyki oraz zwiedzania.

Prace naukowe w parkach narodowych wykonywane są przez wiele instytucji; niektóre zagadnienia opracowują także pracownicy parków. W okresie: 1945—1974

* W roku 1975 minęło 25 lat od daty formalnego utworzenia Świętokrzyskiego Parku Narodowego (1.IV.1950 r., Dz. U.R.P nr 14, poz. 133)

roku ilość publikacji zawierających wyniki badań przeprowadzonych na terenach parków narodowych wyniosła ok. 2000 pozycji, z których na Świętokrzyski Park Narodowy przypada ok. 200 (w tym rozpraw naukowych blisko 100).

PROBLEMATYKA BADAŃ PROWADZONYCH W ŚWIĘTOKRZYSKIM PARKU NARODOWYM

Obszar Łysogór — Świętokrzyski Park Narodowy — od dawna był obiektem zróżnicowanych zainteresowań oświeconych warstw społeczeństwa, a to ze względu na stare tradycje historyczne tego terenu oraz cenne wartości i walory ogólnoprzyrodnicze. Z tych względów były i pozostają nadal obszarem szczególnych zainteresowań oraz penetracji różnych gałęzi wiedzy i nauki.

Chronione wartości przyrodnicze Świętokrzyskiego Parku Narodowego oraz ocalałe obiekty kultury materialnej, a także dokumenty kultury duchowej człowieka osiadłego tutaj już od zarania dziejów, stanowią interesujący warsztat prac naukowych i twórczości kulturalnej. Zmierzają one do odkrywania nowych faktów wzbogacających wiedzę ogólną i o obszarze świętokrzyskim.

Zakres dotychczasowych zainteresowań nauki terenami Świętokrzyskiego Parku Narodowego obejmuje wiele zróżnicowanych kierunków badań naukowych, a do najistotniejszych zaliczane są:

a) poszukiwania archeologiczne związane z kultami religijnymi w czasach poprzedzających historyczne początki państwowości polskiej i z późniejszą zmianą treści wierzeń; także badania nad hutnictwem wczesnośredniowiecznym („Dymarki”), którego odkrycie w Łysogórach stało się wydarzeniem naukowym na skalę światową;

b) badania nad kulturą materialną, twórczością ludową i folklorem, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień językoznawstwa i etnografii;

c) badania fizjograficzne, obejmujące wiele zagadnień i tematów w odniesieniu do poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego; także szczegółowe badania systematyczne nad występującymi gatunkami i ich biologią; również ekologiczne, w krytycznym, na wskroś współczesnym ujęciu, zmierzające do pełnego rozeznania co do składu i rozmieszczenia oraz struktury i funkcjonowania wyróżnionych zbiorowisk, z równoczesną analizą geograficzną i historyczno-biogeograficzną; ostatnio zarysowała się interesująca perspektywa badań paleontologii kambru (odkrycie przedstawicieli rodzaju *Captostroma*); wiele badań z tego działu ma podstawowe znaczenie dla leśnictwa, a część z nich wiąże się w sposób istotny z różnymi kierunkami wiedzy leśnej (m.in. biocenotyczne badania J. J. Karpińskiego prowadzone w latach 1955—1965);

d) badania leśne, uwzględniające przede wszystkim odrębne zagadnienia hodowlane związane z występującymi gatunkami drzew i tworzonymi przez nie zbiorowiskami (modrzew polski — *Larix polonica*, jodła — *Abies alba*, buk — *Fagus sylvatica* i niektóre inne) oraz nie mniej interesującą problematykę gospodarczo-leśną, wynikającą z charakteru typów lasu, dotychczasowej zróżnicowanej działalności człowieka oraz potrzeby unaturalnienia przez prowadzoną przebudowę zniekształconych w różnym stopniu zbiorowisk leśnych;

e) dociekania związane ze znalezieniem metod umożliwiających godzenie wymogów całościowej ochrony Parku z jednoczesnym słuženiem potrzebom badań naukowych, dydaktyki, krajoznawstwa, turystyki i wycieczkowego zwiedzania.

Odzwierciedleniem dotychczasowego stanu zbadania obszaru Parku jest publikacja „Bibliografia Świętokrzyskiego Parku Narodowego” (1970) zawierająca prawie 1000 pozycji, obejmujących wydawnictwa samoistne, artykuły publikowane w różnych periodykach oraz dokumentacje nie przeznaczone do druku.

Pomimo pełnej reprezentatywności Świętokrzyskiego Parku Narodowego w odniesieniu do Krainy Gór Świętokrzyskich, nie jest on dotychczas w pełni wyko-

rzystywany dla celów i potrzeb badań naukowych, dydaktycznych oraz szkoleń o różnym zakresie.

Stan zbadania Parku, dotyczący poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego, problematyki leśnej, kultury i historii tego obszaru wykazuje w dalszym ciągu duże luki i braki, zaś dotychczasowe publikacje nie w pełni mogą posłużyć do opracowania ogólnej nawet syntezy w aspekcie historycznym, stanu obecnego czy kierunków rozwoju oraz sposobów właściwej ochrony (w zakresie przyrodniczym i antropogenicznym).

Ostatnie lata przyniosły tutaj pewną poprawę. W wyremontowanych obiektach Parku na Św. Krzyżu znalazły pomieszczenia pracownie terenowe uczelni i instytutów (Uniwersytetu Łódzkiego, SGGW — Akademii Rolniczej z Warszawy i Akademii Rolniczej z Krakowa, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej z Warszawy), które m.in. zajmują się badaniami podstawowymi nad elementami środowiska przyrodniczego Obszaru Łysogór.

KIERUNKI I ZAKRES DZIAŁALNOŚCI PODSTAWOWEJ ŚWIĘTOKRZYSKIEGO PARKU NARODOWEGO

Na zróżnicowanych terenach Parku, obejmujących Łysogóry, Chełmową Górę, Dolinę Czarnej Wody (części Doliny Wilkowskiej), Górę Miejską i Stawianą pod Bodzentynem oraz lasy uroczyska „Serwis-Dąbrowa” pod Rudkami, o zmieniających się w czasie i przestrzeni formach ochrony, aż do utworzenia w 1950 r. Świętokrzyskiego Parku Narodowego, prowadzone są określone prace obejmujące:

a) czynności gospodarczo-leśne w rezerwatach częściowych, zmierzające do przebudowy i kształtowania zbiorowisk leśnych na odpowiadające warunkom przyrodniczym i historycznym obszaru Łysogór, z „Puszczą Jodłową” oraz kolebką modrzewia polskiego *larix polonica*, jako głównymi i znanymi szeroko charakterystycznymi cechami lasów tych terenów;

b) działalność podstawową, wynikającą z założeń programowych istnienia Parku, pełniące określone funkcje w zakresie ochrony przyrody, wymogów nauki i dydaktyki oraz różnych innych potrzeb ogólnospołecznych (krajoznawstwo, turystyka, wycieczkowe zwiedzanie itp.).

Prace o powyższych kierunkach zrodziły się z dwóch nurtów, kształtowanych z jednej strony przez osiągnięcia nauki, dydaktyki i krajoznawstwa oraz ochrony przyrody, nie tylko współczesnych, ale, w niektórych aspektach, jeszcze przed utworzeniem Świętokrzyskiego Parku Narodowego, a z drugiej strony na skutek oddziaływania czynników ewolucyjnego rozwoju form pracy, wynikających z założeń stałego rozszerzania problematyki działalności w parkach narodowych, w ramach istniejącej organizacji.

Mając za sobą długie tradycje badań naukowych i ciągłość idei ochrony przyrody oraz wartości kulturalnych obszaru Łysogór, młody organizacyjnie, lecz okrzepły w służbie nauki i krajoznawstwa Świętokrzyski Park Narodowy, rozwijał już od początków swego istnienia szeroką działalność podstawową.

Pierwszy okres przejściowy, obejmujący lata przed i po utworzeniu Parku dotyczył przede wszystkim wypracowania najlepszych form organizacji i takiego układu struktury przestrzennej, aby można było odpowiednio służyć celom badań naukowych, potrzebom dydaktyki i krajoznawstwa, a także rozwijającej się turystyce oraz wycieczkowemu zwiedzaniu. Był to również etap porządkowania terenu Parku po zniszczeniach i dewastacjach wojennych, ukrócania kradzieży i kłusownictwa, odbudowy zniszczonych osad służbowych, odgruzowania Św. Krzyża itp., trwający od 1947 r. a więc jeszcze w latach działalności byłego nadleśnictwa Św. Katarzyna. Albowiem powojenne starania o utworzenie w Łysogórach Parku Na-

rodowego, zainicjowane na XIX Zjeździe Państwowej Rady Ochrony Przyrody (Kraków, 21—22.IX.1945 r.), znalazły gorący oddźwięk wśród personelu kierowniczego nadleśnictwa (przede wszystkim długoletniego dyrektora Parku mgra inż. Eugeniusza Krysztofika i leśniczego Bolesława Bonikowskiego, zmarłego w 1962 r. po 40 latach służenia lasom Łysogór), który już wówczas rozpoczął trudną pracę zmierzającą do przygotowania się do prowadzenia innego typu działalności, z chwilą utworzenia Świętokrzyskiego Parku Narodowego. Równocześnie z bieżącym rozwiązywaniem trudnych problemów działalności administracyjnej i organizacyjnej utworzonego Parku, rozpoczęte zostały prace nad inwentaryzacją przyrodniczo-leśną dla potrzeb planowania gospodarczego, celów prawidłowego zabezpieczenia wartości ogólnoprzyrodniczych tych terenów oraz stworzenia podstaw do podjęcia określonych badań naukowych (kameralne opracowanie materiałów inwentaryzacji zakończone zostało w 1955 r.). Z omawianym stadium działalności podstawowej Parku wiąże się również zorganizowanie muzeum na Św. Krzyżu, miejscu ściągającym co roku wielotysięczne rzesze młodzieży szkolnej, krajoznawców, turystów i wycieczkowiczów. Otwarte w dniu 1 września 1954 r., w pomieszczeniach zastępczych, muzeum przyrodniczo-leśne stanowiło zarazem zaczątek naukowej placówki Parku z odpowiednim zapleczem do badań terenowych. Do roku 1963 muzeum prowadziło potrzebną i pożyteczną działalność szczególnie popularno-naukową i dydaktyczną, obrazując zagadnienia historii i ochrony Parku, położenie fizjograficzne na tle Krainy Gór Świętokrzyskich, budowę geologiczną, geomorfologię, gleby, wody, klimat, szatę roślinną i florę, świat zwierząt, zagadnienia biocenotyczne oraz problematykę gospodarczo-leśną. Ze względu na prowadzone na Św. Krzyżu roboty budowlane, których celem było m.in. przysposobienie zachodniego skrzydła budynków poklasztornych dla potrzeb rozszerzonej działalności podstawowej Parku — ekspozycja muzeum została zamknięta, a sama działalność, w latach 1963—1970, uległa ograniczeniu do minimum.

Jeszcze z okresu przed utworzeniem Parku wywodzą się starania dotyczące założenia stacji meteorologicznych PIHM (obecnie IMiGW) trzeciego rzędu, które następnie uruchomiono w Bodzentynie — 1951 r. (przy osadzie dyrekcji Parku), w Słupi Nowej — 1951 r. (przy osadzie leśnictwa Parku) i na Św. Krzyżu — 1954 r. Od roku 1959 rozszerzony został zakres obserwacji meteorologicznych poprzez zainstalowanie wokół Parku, z pomocą Instytutu Badawczego leśnictwa, 10 stanowisk pomiarów opadów, obsługiwanych przez personel terenowy.

Od roku 1962 ówczesny Zarząd Ochrony Przyrody wprowadził do parków narodowych obowiązek prowadzenia przez personel obserwacji fitofenologicznych, a od 1969 r. także zoofenologicznych. W ten sposób zostały powiązane, w pełnym zakresie, możliwości prowadzenia obserwacji meteorologicznych i współzależnych — fenologicznych.

Od roku 1960 zaczęto prowadzić, kolejno dla poszczególnych lat, „Kronikę” Parku. Gromadzone w poszczególnych rocznikach materiały dotyczą wszelkich przemian, zachodzących na terenie i w działalności Parku zarówno w zakresie zjawisk przyrodniczych, jak i organizacji, stosunków własnościowych itp. „Kronika” Parku zawiera również dane odzwierciedlające jego znaczenie ogólnospołeczne, a m.in. jako obiektu badań naukowych, rolę dydaktyczną, wartości krajoznawczo-turystyczne, walory estetyczne itp.

Inną dziedziną działalności podstawowej Parku są prace dotyczące propagandy ochrony terenów Parku, realizowane w ramach kontaktów ze społeczeństwem, szkołami i uczestnikami zróżnicowanych wycieczek, m.in. poprzez akcje związane z tzw. „otwarcie sezonu turystycznego” (w ramach inaugurujących sezon turystyczny ogólnopolskich raidów), „Dni Lasu” i w „Tygodniu Ochrony Przyrody”, również za pośrednictwem publikatorów.

W ostatnim okresie, od 1971 r. po zorganizowaniu stacji naukowo-badawczej i muzeum w nowym ośrodku Parku na Św. Krzyżu, zaistniały bardzo korzystne warunki i duże możliwości ciągłego doskonalenia zróżnicowanych form działalności podstawowej. Odpowiednio urządzone muzeum, dobrze przygotowane i wyposażone pracownie, należyte obecnie warunki do organizowania prac naukowo-badawczych, prowadzenia działalności dydaktycznej itp. winny gwarantować możliwość pełnego realizowania zadań Parku. Mogą one mieć coraz szerszy zakres, z uwagi na odrębny charakter Świętokrzyskiego Parku Narodowego, odzwierciedlający się w skupieniu na jego terenach i otulinie bogactwa wartości przyrodniczych oraz interesujących form kulturowych, o dużym znaczeniu ogólnospołecznym. Zachodzi zatem konieczność utrzymywania i propagowania ciągłości idei ochrony i badań tego obiektu, w powiązaniu zarówno z tradycją, jak również potrzebami współczesnego rozwoju.

Działalność podstawowa Parku, w odniesieniu do założonego programu, uzależniona jest od pełnego zabezpieczenia we wszystkich dziedzinach, a głównie dotyczących następujących spraw:

a) wzmacniania obsady personalnej; odpowiedniego uzupełniania wyposażenia w aparaturę naukowo-badawczą; dalsze wzbogacanie nowymi wartościami muzeum; rozwoju form pracy stacji naukowo-badawczej; rozszerzania działania stacji meteorologicznych, punktów opadowych, obserwacji fenologicznych i prowadzonych zapisów do „Kroniki”; dostosowywania wykonywanych czynności gospodarstwa leśnego dla celów bezpośredniego wykorzystywania, jako materiału podstawowego w badaniach naukowych; przeprowadzania zabiegów gospodarczo-leśnych pod kątem ich przydatności dla potrzeb dydaktycznych, w aspekcie przyrodniczych podstaw leśnictwa;

b) opracowywania kolejnych zagadnień o pierwszoplanowym i zasadniczym znaczeniu dla dalszych badań kompleksowych, a głównie szczegółowej inwentaryzacji przyrodniczych elementów środowiska, stopnia jego synantropizacji i przeciwdziałania temu procesowi, składników kultury materialnej, czynników kultury ludowej, toponomastyki; także dokładne prowadzenie zestawień meteorologicznych i fenologicznych, inwentaryzacji flory i fauny, dokumentacji fotograficznej i kartograficznej, bibliograficznej itp.;

c) ustalania problematyki badań, potrzeb w tym zakresie i możliwości wykonania oraz zainteresowania poszczególnych ośrodków naukowych tymi zagadnieniami, a także ustalanie odpowiednich form współpracy; ewidencja i wykorzystywanie dokumentacji naukowej oraz zgromadzonych zbiorów.

ZAKOŃCZENIE

Potrzeby ogólnospołeczne, rozwój nauki, planowanie gospodarcze, zwłaszcza regionalne, ochrona przyrody, odpowiednia gospodarka w środowisku przyrodniczym coraz usilniej domagają się wyników kompleksowych badań przyrodniczych, agrotechnicznych, społeczno-ekonomicznych, historycznych, nad turystem oraz szeregiem innych zagadnień. Jak bowiem wiadomo, odpowiednie kierowanie i planowanie dalszego prawidłowego rozwoju, także w skali regionu czy mikroregionu, opiera się na rozeznaniu osiąganemu w oparciu o wyniki badań naukowych, przeprowadzanych i na terenach chronionych wraz z ich przedpolem (otuliną).

Niestety, należy stwierdzić, że badań kompleksowych o takiej problematyce i zakresie w Łysogórach prawie nie prowadzi się, ze szkodą nie tylko dla interesów Świętokrzyskiego Parku Narodowego, ale i prawidłowego rozwoju ogólnogospodarczego, a także ochrony niezwykle cennego i interesującego przyrodniczo obszaru Krainy Gór Świętokrzyskich. Możliwości samego Parku są bowiem tutaj ograniczone.

Nie mniej zróżnicowane prace prowadzone przez Park i w granicach jego możliwości, w zakresie działalności podstawowej, jak dotychczas stale wykraczały poza ramy, określone planowymi zadaniami. Obejmowały bowiem szereg zagadnień naukowych i przyczynkowych, prowadzonych przez niektórych pracowników Parku, wykazujących zainteresowanie badaniami naukowymi.

Inne aspekty poczynai Parku, w omawianym dziale, dotyczą współpracy przy prowadzonych badaniach naukowych, wykonywanych pracach dyplomowych, szkoleniach, kontaktach z zainteresowanymi Parkiem naukowcami i działaczami ochrony przyrody z zagranicy, rozwoju metod obsługi dydaktycznej, ochrony substancji Parku itp.

Pewne osiągnięcia posiada również Świętokrzyski Park Narodowy w zakresie wydawnictw progagandowych, publikowanych własnym nakładem oraz przy opracowaniach wydawnictw popularnonaukowych, wydawanych w dotychczasowym okresie istnienia Parku.

Jerzy Ćmak

Z DZIAŁALNOŚCI KOMITETU BIOLOGII EWOLUCYJNEJ I TEORETYCZNEJ PAN

Powstanie Komitetu Biologii Ewolucyjnej i Teoretycznej PAN stanowi podwójną nowość w polskich naukach biologicznych; z jednej strony powołany on został bardzo niedawno bo w 1974 r., z drugiej strony powstał dla zapełnienia rozległej luki w polskiej nauce instytucjonalnej. Nie mając żadnego poprzednika w reprezentowanej dziedzinie, Komitet musiał wypracować własne formy działania. Mimo tak trudnego startu, już od 1975 r. wykazał pełną sprawność w realizacji zadań wytyczonych przez program rozwoju biologii ewolucyjnej i teoretycznej¹. Jednym z głównych ogniw realizacji tych zadań jest wyjątkowo duży wkład Komitetu w przygotowanie i ukształtowanie problemu międzyresortowego W. II/6 „Procesy ewolucyjne i ich interpretacja oraz rola teorii w biologii”. Problem ten obejmuje pięć grup tematycznych.

1. „Procesy mikroewolucyjne zachodzące we współczesnej faunie i florze Polski”. W grupie tej planowane są wielostronne badania mikroewolucji w populacjach wybranych grup organizmów, które prowadzone będą metodami genetyki, ekologii, morfologii i biochemii. Badania te w unikalny sposób łączą aspekty teoretyczne z praktycznymi, ponieważ dotyczą one w znacznej mierze procesów mikroewolucyjnych wywołanych przez czynniki antropogeniczne — prowadząc do dalszego poznania prawidłowości ewolucyjnych zmian populacji przyczyniają się zarazem do znacznie lepszego rozeznania w skutkach przekształceń naturalnego środowiska człowieka i ustalają granice plastyczności przystosowawczej towarzyszących nam gatunków zwierząt i roślin. Takie prace, uwzględniające zarówno ewolucyjny, jak i ekologiczny aspekt procesów, prowadzone będą m. in. na mszycach w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym (prof. dr M. Klimaszewski Uniwersytet Śląski) oraz myszy polnej (doc. dr R. Andrzejewski IKS) — na gatunku, który jak się wydaje, podlega od niedawna intensywnym procesom synantropizacji. Szczególne znaczenie teoretyczne mają badania nie znanej dotąd specyfiki procesów mikroewolucyjnych u haplodiplontów roślinnych na przykładzie wątrobowców (prof. dr J. Szwejkowski UAM Poznań), badania czynników polimorfizmu u kumaków i krokusa² (prof. dr H. Szarski, UJ) oraz badania wewnątrz- i międzypopulacyjnej zmienności drobnych ssaków (prof. dr Z. Pucek, Zakład Badania Ssaków PAN). W ramach tej grupy tematycznej na osobną uwagę zasługuje kompleks problemowy, poświęcony badaniu zmienności (doc. dr T. Bielicki Zakład Antropologii PAN Wrocław) i nacisku selekcyjnego (doc. dr J. Strzałko UAM Poznań) w populacjach ludzkich. O znaczeniu tych prac nad gatunkiem ludzkim nie trzeba chyba nikogo przekonywać.

2. Druga grupa tematyczna „Procesy makro- i megaewolucyjne” koncentruje się na poznaniu przekształceń, których mechanizmy są niewrażliwym punktem współczesnej teorii ewolucji. W ramach tej grupy rozwijane będą m. in. badania, które wślawiły imię polskiej paleontologii w nauce światowej: 1) Prace nad ewolucją graptolitów (prof. dr A. Urbanek UW) które, dzięki poznaniu ultrastruktury na unikalnym materiale kopalnym, doprowadziły do rewolucji w poglądach na filoge-

¹ A. Urbanek (Kosmos A, nr 6, 1975, str. 625—630)

² W poprzedniej fazie badania te były dotowane przez Komitet.

nezę tej grupy. 2) Badania filogenezy ssaków mezozoicznych (prof. dr Z. Kielan-Jaworowska, Zakład Paleozoologii PAN), dzięki którym okazało się między innymi, że cechy właściwe dzisiejszym torbaczm występowały u wielu ssaków mezozoicznych, w szczególności u *Deltatheridiidae* tzn. grupy, która bywa uznawana za wyjściową dlałożyskowców. 3) Badania dolnodewońskich roślin naczyniowych (prof. dr J. Kor-naś, UJ).

3. Stworzenie grupy trzeciej, „Nowoczesne metody analizy i opisu obiektów biologicznych oraz modelowanie procesów ewolucyjnych” wynikało z palącej potrzeby nadrobienia krajowych opóźnień w zakresie modelowania matematycznego i stosowania maszyn cyfrowych w naukach biologicznych w ogóle, a w biologii ewolucyjnej w szczególności. Jednym z centralnych problemów współczesnej teorii ewolucji jest wykrycie zależności działania doboru indywidualnego od procesów zachodzących w całości układu, w którym funkcjonuje dana populacja. Jak to pokazały dotychczasowe wyniki, modelowanie jest najlepszą, jeżeli nie jedyną drogą do rozwiązania tego problemu. Stąd planowane jest zastosowanie tej metody do zbadania znaczenia doboru grupowego (doc. dr A. Łomnicki Zakład Ochrony Przyrody — Kraków) oraz zależności biocenotycznych typu ofiara — drapieżca (doc. dr W. Grodziński UJ) dla wewnątrzpopulacyjnych procesów ewolucyjnych. Okazało się ponadto, że w wielu przypadkach zastosowanie maszyn cyfrowych jest warunkiem koniecznym opracowania zebranych już danych. Zastosowanie maszyn cyfrowych warunkuje rozwój wielu dziedzin biologicznych, między innymi niezbędnej dla wszelkich innych badań biologicznych taksonomii, w której obiektywizacja i automatyzacja procedur staje się potrzebą pierwszoplanową. W związku z tym prowadzone będą prace zmierzające do maksymalnej matematyzacji opisu morfologicznego rośliny i zastosowania go do zautomatyzowania identyfikacji taksonu (dr A. Zajac, UJ).

4. Wobec rosnącej roli teorii w biologii, przekształcającej się w coraz większym stopniu z nauki opisowej w naukę wyjaśniającą, wyodrębniona została grupa tematyczna „Teoria układów żywych i metodologiczne problemy biologii”. Problematyka w tej grupie koncentruje się wyraźnie wokół modelowania organizacji układów żywych i wyjaśniania jej przekształceń. Przewidywane jest opracowanie termodynamiczno-informacyjnych modeli procesów biologicznych (prof. dr R. Ingarden UMK Toruń), matematycznego modelu organizacji układów żywych jako systemów samoorganizujących się w procesie ewolucji (prof. dr W. Kunicki-Goldfinger, UW) oraz struktury wyjaśniania genezy i przekształceń organizacji biologicznej (prof. dr Cz. Nowiński IFiS PAN).

5. Społeczne zapotrzebowanie na popularyzującą osiągnąć bujnie rozwijających się nauk biologicznych uwzględnione zostało przy stworzeniu grupy tematycznej „Upowszechnianie osiągnięć współczesnej biologii”. Centralnym przedsięwzięciem w ramach tej grupy tematycznej jest organizacja Muzeum Ewolucji, wspólnie z Ogrodem Botanicznym PAN. Stworzenie tej placówki jest również bezpośrednio przedmiotem szczególnej troski i zabiegów Komitetu.

Okazuje się więc, że problem „Procesy ewolucyjne...” skupił przeważającą część krajowego potencjału badawczego w dziedzinie biologii ewolucyjnej i teoretycznej. Ponadto, badania o wyraźnym aspekcie ewolucyjnym prowadzone będą również w ramach problemu węzłowego „Molekularne podstawy procesów życiowych” oraz w ramach problemu międzyresortowego „Flory i zasoby roślinne Polski”. W pierwszym przypadku dotyczą one przede wszystkim genetyki populacyjnej i systemu genetycznego gatunku. W drugim — szeroko pojętej biologii ekspansji i wymierania gatunków roślin.

Problem „Procesy ewolucyjne...” rokuje nadzieje na doniosłe osiągnięcia w realizowanym przez Komitet programie rozwoju badań biologii ewolucyjnej i teoretycz-

nej w Polsce³. Dzięki dokonanej przez Komitet starannej selekcji spełnia on również w mikroskali ogólne zasady wytyczające rozwój nauk biologicznych w naszym kraju⁴, mianowicie zasadę selektywnego wyboru i zasadę integralności nauk biologicznych. Pierwszą, poprzez koncentrację problematyki w zasadnicze bloki tematyczne podejmującą kluczowe zadania biologii ewolucyjnej w oparciu o istniejącą bazę instytucjonalną. Zasada druga spełniona jest poprzez przypisanie teoretycznej integracji biologii oraz uwzględnienie wylaniającej się wspólnoty metod w zakresie modelowania i zastosowania maszyn cyfrowych. Inną inicjatywą Komitetu, która, jak można sądzić na podstawie ogromnego jej powodzenia, poważnie przyczyni się do rozwoju modelowania w ekologii, jest zorganizowanie Szkoły Analizy Systemowej w Biologii populacyjnej kierowanej przez doc. dr A. Łomnickiego (Zakład Ochrony Przyrody PAN — Kraków). Pierwszy kurs odbył się w grudniu 1975 r. w Zawoi. Dużo pomocy w jego przygotowaniu okazał Oddział Krakowski PAN. Wygłoszono 5 czterogodzinnych wykładów i 14 referatów oraz przeprowadzono dyskusję o zastosowaniu minikalkulatorów. Kurs ten został nie bez powodu nazwany Szkołą, ponieważ jego zadaniem nie jest po prostu wysłuchanie pewnej liczby wystąpień, lecz wykorzystanie ich jako materiału do systematycznej nauki podstawowych prawideł modelowania w ekologii, w tym przyswojenia koniecznego do tego celu aparatu matematycznego. Ambicją kierownika Szkoły, doc. dr A. Łomnickiego, jest takie ustawienie kontaktu między prelegentem a słuchaczami, aby uniemożliwić prześlizgnięcie się rzeczy niezrozumiałych. Osiągnięte to zostało dzięki zapewnieniu bezpośredniej atmosfery obrad, tym cenniejszej im ważniejszy jest przedstawiany problem. Przeprowadzony już kurs wykazał, że wśród polskich ekologów istnieje ogromne zapotrzebowanie na wzajemną naukę modelowania i przedyskutowanie napotkanych w tym zakresie trudności. W związku z tym Komitet dokłada wszelkich starań, aby Szkoły były kontynuowane — następna odbędzie się w maju 1976 r. również w Zawoi, z pomocą Oddziału Krakowskiego PAN. Dając raz jeszcze wyraz poparci dla rozwoju analizy systemowej i modelowania matematycznego w polskiej ekologii na plenarnej sesji w lutym 1976 r. Komitet przedyskutował dotyczącą tego problemu ekspertyzę autoryzowaną przez doc. dr A. Łomnickiego (Zakład Ochrony Przyrody PAN). W wyniku dyskusji podjęto uchwałę zobowiązującą Prezydium do wystosowania odpowiednich memoriałów do Głównego Komitetu Olimpiady Biologicznej o konieczności takiego ustawienia tematyki Olimpiad, aby były one rzeczywistym sprawdzianem zdolności do poprawnego i samodzielnego myślenia przyszłych studentów biologii. W związku z narastającym problemem prezentacji wyników krajowych badań z zakresu biologii ewolucyjnej i teoretycznej podjęto decyzje o konieczności kontroli przypadkowej dystrybucji wyjazdów na międzynarodowe konferencje i sympozja. Poddano również wstępnej analizie ograniczone możliwości publikacji przez polskich naukowców wyników w omawianej dziedzinie zarówno w kraju, jak i za granicą. Komitet podjął również inicjatywy o charakterze międzynarodowym. Wraz z Komitetem Narodowym IUBS przygotowuje się wniosek o roztoczenie opieki oraz intensyfikację badań w dziedzinie biologii ewolucyjnej. Wniosek ten będzie przedstawiony na najbliższym Zgromadzeniu Ogólnym Komitetu Wykonawczego IUBS.

Pod auspicjami i przy współudziale Komitetu prowadzone są prace przygotowujące międzynarodowe sympozjum poświęcone ostatnim osiągnięciom w badaniach graptolitów (*Recent Advances in Graptolite Research*), które odbędzie się w 1977 r. oraz międzynarodowe sympozjum na temat badań nad glonami kopalnymi i ich ewolucją, planowane na 1978 r. Komitet powziął również decyzję organizo-

³ A. Urbanek (*Kosmos A*, nr 6, 1975, str. 625—630)

⁴ A. Urbanek (*Kosmos A*, nr 6, 1975, str. 535—540)

wania w Polsce konferencji krajów socjalistycznych w sprawie aktualnych zadań biologii teoretycznej i ewolucyjnej. Podczas Międzynarodowej Konferencji Biologii Ewolucyjnej, która odbyła się w czerwcu 1975 r. w Liblicach koło Pragi, nawiązano liczne kontakty naukowe, w szczególności z uprawiającymi problematykę ewolucyjną placówkami Czechosłowackiej Akademii Nauk.

Na plenarnym posiedzeniu Komitetu w 1976 r. prof. dr K. Zarzycki (Instytut Botaniki PAN — Kraków) i doc. dr J. Rychlewski (Uniwersytet Jagielloński) przedstawili wykład pt. „Mechanizmy genetyczne i ekologiczne regulujące liczebność roślin męskich i żeńskich w populacjach dwupiennych gatunków *Rumex*”. Autorzy gruntownie zbadali dostrzeżone jeszcze na przełomie XIX i XX w. zjawisko przewagi liczebnej osobników żeńskich u dwupiennych gatunków rodzaju *Rumex*, koncentrując się na dwóch gatunkach: szczawiu zwyczajnym (*R. acetosa*) i szczawiu rozpięzchłym (*R. thyrsiflorus*). Średnio współczynniki płci u obydwu tych gatunków wynoszą odpowiednio 1:2 i 1:6 na korzyść roślin żeńskich. Autorzy postanowili zweryfikować hipotezę Corrensa, wyjaśniającą taki stan rzeczy konkurencją między kiełkującymi ziarnami pyłku, przy założeniu powolniejszego kiełkowania i wzrostu łagiewki ziaren męskich. Hipoteza ta oparta została na doświadczeniach, w których przy zapyleniu dużą ilością pyłku liczebność wytworzonych w następnym pokoleniu roślin żeńskich była stosunkowo znacznie wyższa niż przy zapyleniu niewielką liczbą ziaren pyłku. Tymczasem autorzy wykazali za pomocą metod cytogenetycznych, że w naturalnych populacjach współczynnik płci u wykiełkowanych siewek oscyluje zawsze wokół 1:1, a liczba roślin męskich maleje w ciągu życia pokolenia w wyniku konkurencji wewnątrzpopulacyjnej. Hipoteza konkurencji potwierdzona została szeroko badaniami terenowymi, które dowiodły, że udział roślin męskich jest tym mniejszy im mniej sprzyjające są warunki życia roślin. Potwierdza to również różnice we współczynnikach płci między obydwu badanymi gatunkami — szczaw rozpięzchły występuje na gorszych siedliskach. Tak więc w warunkach naturalnych czynnikiem regulacji współczynnika płci jest konkurencja. Z drugiej strony wstępne badania na populacjach hodowanych, na których powtórzone doświadczenia Corrensa wykazują możliwość działania dodatkowego mechanizmu zabezpieczającego regulację stosunków płci na zasadzie konkurencji między ziarnami pyłku, których zróżnicowana zdolność zapładniania mogłaby być determinowana obecnością heterochromatynowych chromosomów Y w ziarnach męskich jak to postuluje doc. dr J. Żuk (IBB PAN Warszawa). W dyskusji nad referatem udział wzięli: prof. dr W. Gajewski, prof. dr S. M. Klimaszewski, doc. dr R. Andrzejewski, doc. dr A. Łomnicki, prof. dr K. Zieliński, prof. dr P. Trojan.

Na plenarnym posiedzeniu Komitetu w lutym 1976 r. wykład pt. „Mapy i zegary wynikające ze zjawisk falowych w morfogenezie” wygłosił prof. dr Zygmunt Hejnowicz (Uniwersytet Śląski) Prof. Hejnowicz podjął próbę rozwiązania jednego z głównych problemów współczesnej biologii tzn. ustalenia mechanizmu sterowania morfogenezą przez informację genetyczną. Na podstawie histologicznych badań drewna okazało się, że na przekroju stycznym płaszczyzny podziałów komórek zmieniają się w sposób nieciągły. Wzdłuż pnia obserwuje się kolejne paski poprzeczne, w obrębie których płaszczyzny podziałów antyklinalnych położone są na przemian, raz z lewej, raz z prawej strony. Powstaje w ten sposób tzw. wzór domenowy, który nie wynika z własności komórek poszczególnych regionów, ponieważ przesuwają się w czasie wzrostu drzewa, najczęściej w górę pnia. Efekty tego przesuwania się widoczne są na przekroju promienistym: domeny nachylone są do osi pnia. Taka histologiczna struktura drewna odzwierciedla procesy, które zachodziły w miazdzie (cambium). Jak widać z naszkicowanych tu danych obserwacyjnych, procesy te dadzą się precyzyjnie opisać w kategoriach zjawisk falowych, przy czym ustalono, że długość takich fal (szerokość domen) na przekroju dokładnie stycznym) i ich

prędkość (szybkość przesuwania się domeny) zmieniają się w szerokich granicach, podczas gdy ich okres pozostaje mniej więcej stały (ok. 10 lat) dla wszystkich zbadanych obiektów — im dłuższa fala tym szybciej się porusza. Wykrycie pulsacji szerokości domen dowiodło, że fale w kambium podlegają interferencji. Rozchodzenie się takich fal w tkance twórczej umożliwia wyjaśnienie mechanizmu genetycznej determinacji czasoprzestrzennego przebiegu morfogenezy, w szczególności tych właśnie zjawisk, które przysparzały kłopotów rozpowszechnionym hipotezom gradientów morfogenetycznych, np. regulacji rozmiarów czy przestrzennej powtarzalności. Profesor Hejnowicz zakłada, że dla każdego określonego procesu morfogenetycznego wytwarzają się fale o różnych długościach i prędkościach, ale mające jednakowy okres. Fale te interferują, dając stacjonarny „krajobraz” amplitud, nazwany mapą morfogenetyczną. Poprzez taką plastyczną mapę przebiega fala wypadkowa, która zmieniając swoją fazę, synchronizuje czasowo procesy morfogenetyczne. Źródłem fal muszą być oscylatory (np. makrocząsteczki być może związane z błonami plazmatycznymi) wytwarzane przez kategorię genów określających zasadniczy typ cechy morfologicznej. Druga kategoria genów, kontrolująca przesunięcie faz między oscylatorami, odpowiedzialna jest za wykształcenie szczegółów cechy morfologicznej. W ten sposób fascynujący model prof. Hejnowicza pokazuje w jaki sposób liniowo zapisana na DNA informacja może sterować czasoprzestrzenną organizacją morfogenezy. W dyskusji, która rozwinęła się po wykładzie prof. A. Urbanek postawił problem, jak dalece uzasadnione jest postulowanie bezpośredniej determinacji fal przez geny. Zdaniem prof. H. Szarskiego, za słusnością tej hipotezy przemawiałaby niezależność parametrów falowych od temperatury, której wahania powinny zmieniać np. szybkość procesów plazmatycznych. W dyskusji udział wzięli ponadto: prof. dr W. Gajewski, prof. dr Z. Kielan-Jaworowska, prof. dr Cz. Nowiński, prof. dr K. Petruszewicz.

Andrzej Eliżanowski

PROGRAM DZIAŁANIA MIĘDZYNARODOWEGO W ZAKRESIE OCHRONY PRZYRODY ALP

Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody i Jej Zasobów (IUCN) oraz Włoski Klub Alpinistyczny (CAI) zainicjowały działania na rzecz ochrony przyrody w całym regionie Alp. W ramach tych poczyniń w dniach 31 sierpnia do 6 września 1974 r. odbyło się w Trento we Włoszech międzynarodowe sympozjum pod protektorem UNESCO i przy współpracy innych organizacji międzynarodowych oraz regionalnych. W sympozjum brali udział przedstawiciele krajów alpejskich: Włoch, Austrii, Francji, Szwajcarii, Republiki Federalnej Niemiec i Jugosławii. Byli to nie tylko naukowcy i planiści, ale również przedstawiciele życia gospodarczego, organizacji społecznych, władz lokalnych i rządowych.

Uczestnicy sympozjum zgodnie uznali znaczenie Alp jako europejskiego dziedzictwa z punktu widzenia przyrodniczego, historycznego, kulturowego i społecznego. Podkreślili, że dalszy rozwój tego regionu musi być oparty na podstawach ekologicznych. W konsekwencji dotychczasowej działalności człowieka nastąpiły bowiem daleko idące niekorzystne zmiany w biotopach i ekosystemach alpejskich. Dalszy intensywny rozwój gospodarczy nie liczący się z ujemnymi skutkami dla przyrody i środowiska może w szybkim tempie znacznie pogorszyć obecną trudną już sytuację.

W wyniku obrad plenarnych i działania sekcji specjalistycznych opracowany został plan kompleksowego działania, który powinien być przestrzegany i realizowany przez wszystkie kraje położone w obszarze alpejskim.

Biorąc pod uwagę wiele cech wspólnych dla wszystkich obszarów górskich na Świecie, tak z punktu widzenia specyfiki środowiska przyrodniczego, jak również warunków, form i konsekwencji działalności człowieka, celowe będzie krótkie omówienie tych postulatów-zawartych w planie, które miałyby zastosowanie w obszarach górskich naszego kraju. Jedne z nich bowiem już rozwiązujemy, dla innych problemów szukamy dopiero optymalnych rozwiązań. Może właśnie doświadczenia innych krajów pozwolą nam na podbudowę wysuwanych u nas koncepcji, względnie wskażą na te błędy, które nierozważnie chcemy popełniać. Wiele bowiem problemów z dziedziny ochrony przyrody i środowiska musi być obecnie rozwiązywane na poziomie międzynarodowym, gdyż i zagrożenia w coraz większym stopniu z lokalnych przekształcają się w regionalne, a nawet globalne, ogólnosiwiatowe.

Wspomniany program dotyczący Alp obejmuje 84 punkty połączone w cztery podstawowe grupy zagadnień: 1) planowanie gospodarcze i przestrzenne, 2) gospodarowanie zasobami naturalnymi, 3) ochrona przyrody i bogactw naturalnych, 4) środki i sposoby realizacji programu.

Oparcie planowania i gospodarowania na podstawach ekologicznych nie może być jedynie hasłem, lecz wymaga konsekwentnego działania i kooperacji właściwych władz wszystkich zainteresowanych krajów. Wykorzystać w tym względzie należy zarówno wiedzę ekspertów do spraw środowiskowych, jak też sugestie i opinie jak najszerzych warstw społeczeństwa. Nie można zapominać o specyfice obszarów górskich i skutkach wszelkich zmian tego środowiska. Dlatego też każde przedsięwzięcie w zakresie prac inżynierskich musi być wszechstronnie przeanalizowane i ocenione jeszcze w fazie projektowej. Społeczeństwo musi być świadome nie tylko korzyści płynących z nowych inwestycji, ale i skutków ekologicznych, jakie będą im towarzyszyć obecnie i w przyszłości.

Podstawowe znaczenie dla planowania posiada analiza regionalna stanu istniejącego i wyznaczenie wiodących funkcji dla poszczególnych stref. Przy przestrzennym rozpatrywaniu funkcji należy w pierwszym rzędzie wyznaczyć obszary chronione i konieczne do objęcia ochroną, a dopiero w dalszej kolejności przeznaczone dla rolniczego i leśnego użytkowania, dla celów rekreacyjnych, pod zabudowę mieszkalną itp.

Tak więc w Alpach przyznano turystyce tylko względne pierwszeństwo, przy czym jej rozwój nie może mieć charakteru żywiołowego. Należy przy planowaniu jej zakresu zwrócić szczególną uwagę na ochronę zasobów środowiska naturalnego, a dopiero potem kierować się potrzebami miejscowej ludności, wymogami umiarkowanej turystyki i korzyściami ekonomiczno-socjalnymi. Każdy projekt urządzeń turystycznych musi być przez planujących uzasadniony, że: inwestycja taka jest realna w warunkach górskich, nie zagraża ekosystemowi i nie jest sprzeczna z interesami miejscowej ludności. Nawet na obszarach rekreacyjnych zalecono tworzenie stref wolnych od urządzeń turystyczno-sportowych dla umożliwienia turystom bezpośredniego kontaktu z przyrodą. Mając na względzie ochronę gór dla tak pojętej turystyki krajoznawczej przeciwstawiono się w programie budowie gigantycznych ośrodków rekreacyjnych, a nawet drugich domów sezonowych przez ludność zamieszkłą w miastach.

Przy planowaniu połączeń komunikacyjnych na pierwszym miejscu postawiono transport kolejowy, a sieć dróg kołowych zalecono dostosować do potrzeb ludności lokalnej. Nawet drogi o znaczeniu międzynarodowym przecinające Alpy powinny być wybierane z dużą ostrożnością, a ruch na nich dopuszczony do takich granic, by nie zagraził równowadze środowiska. Dla potrzeb turystyki należy udoskonalić drogi istniejące i wstrzymać budowę jakichkolwiek nowych dróg.

Rozwój turystyki opartej na budowie dużych ośrodków rekreacyjnych, a także budowa dalszych wyciągów narciarskich i im podobnych urządzeń powinny być zaniechane. Tego rodzaju udogodnienia powodują bowiem nieodwracalne szkody

w środowisku wysokogórskim, zmieniają właściwy charakter turystyki na monotonną i pozbawioną przyjemności, a przynoszą tylko korzyści ekonomiczne instytucjom turystycznym.

W drugiej części programu podkreślano, że wszelkie użytkowanie zasobów w tym środowisku musi być zgodne z prawami przyrody. Specjalną uwagę należało zwrócić na ochronę gleby, źródeł wody i regenerację zachwianej równowagi w środowisku. Rolnictwo w górach powinno być racjonalne i dostosowane swym charakterem do warunków naturalnych. Konieczne są badania naukowe nad właściwym ukierunkowaniem tego działu gospodarki, by nie powodował on degradacji środowiska, a zapewniał dostateczny dochód zatrudnionej w nim ludności. Rolnictwo górskie, kulturowy składnik ekosystemów alpejskich, wymaga ze strony władz subsydiowania, odpowiednich bodźców fiskalnych i pożyczek, a także nowych form zespołowego gospodarowania.

W gospodarce leśnej zakłada się konieczność zachowania równowagi pomiędzy ochroną i produkcją. Lasy o funkcji ochronnej wymagają szczególnej troski. Dla zachowania równowagi w środowisku górskim należy zwiększyć powierzchnię nowych zalesień, wprowadzając je na dawne siedliska leśne, gdzie zostały zniszczone przez erozję czy lawiny, a także na opuszczone przez gospodarkę pastwiska alpejskie. Mechanizacja prac eksploatacyjnych w leśnictwie musi respektować wymogi wynikające z ochrony krajobrazu. Sieć dróg leśnych może być udostępniona do użytkowania bardziej oddalonym gospodarstwom rolnym, ale w zasadzie niedostępna dla turystyki zmotoryzowanej. Linie wysokiego napięcia i wyciągi narciarskie nie powinny przecinać obszarów leśnych.

W dziedzinie ochrony przyrody omawiany plan zakłada istnienie w Alpach ścisłych rezerwatów przyrody, parków narodowych i innych obszarów chronionych. Dla objęcia ochroną różnych ekosystemów alpejskich pożądane jest tworzenie dalszych parków narodowych i rezerwatów w oparciu o przeprowadzane badania ekologiczne. Całość obszarów alpejskich należy traktować jako dobro ogólnospołeczne i w związku z tym nie powinno tam być mowy o jakichkolwiek przedsięwzięciach spekulacyjnych. Wymaga to dalszego usprawnienia postanowień prawnych i administracyjnych.

W stosunku do obszarów chronionych należy wyraźnie sprecyzować kto i w jakim zakresie jest za nie odpowiedzialny, a także zwiększyć fundusze dla potrzeb ich utrzymywania. Obok właściwych obszarów objętych ochroną ścisłą konieczne jest wyznaczanie stref otulinowych, w których pewne rodzaje działalności człowieka mogą być tolerowane, jednak w określonych z góry rozmiarach. Należy przewidywać łączenie mniejszych obszarów chronionych w większe kompleksy, a także wypracować wspólne zasady zarządzania parkami narodowymi przygranicznymi. Poszczególne gatunki roślin i zwierząt powinny być chronione w swoich naturalnych siedliskach.

Plan działania w zakresie ochrony środowiska alpejskiego w swej końcowej części zawiera szereg wskazań organizacyjnych, które ułatwiłyby jego realizację. By nie znieweczyć wysiłków poniesionych dla opracowania planu zachodzi konieczność wprowadzenia na okres co najmniej dwóch lat następujących zarządzeń:

a) wstrzymanie wprowadzania nowych urządzeń jak np. budowy domów mieszkalnych, hydroelektrowni i wszelkich urządzeń infrastruktury na obszarach nieurbanizowanych, z wyjątkiem zaspakajania tradycyjnych potrzeb rolnictwa, leśnictwa i pasterstwa,

b) podjęcie prac restauracyjnych w architekturze ośrodków zurbanizowanych, pod kątem zachowania miejscowego stylu zabudowy.

Przedstawiony w dużym skrócie program ratowania środowiska naturalnego Alp zawiera szereg postanowień, niejednokrotnie dość drastycznych i kategorycznych w swych sformułowaniach. Jest on jednak wynikiem konkretnej zaobserwo-

wanej i szeroko już odczuwanej sytuacji. Pomimo dużego obszaru zajętego przez region alpejski i o mniejszym niż w innych rejonach nasileniu penetracji gospodarczej postępujący proces degradacji środowiska daje widoczne ujemne skutki. Dlatego też z tym większą ostrożnością powinniśmy podchodzić do zagospodarowywania naszych obszarów górskich — Karpat i Sudetów, a utworzone na ich terenie parki narodowe i rezerваты przyrody otoczyć szczególną opieką, jako dobro ogólnonarodowe — z pełnym poczuciem odpowiedzialności przed przyszłymi pokoleniami.

Kazimierz Zabierowski

WYPRAWY PALEONTOLOGICZNE NA SPITSBERGENIE 1974—1977

W roku 1974 rozpoczęty został przez Zakład Paleozoologii PAN w Warszawie cykl badań paleontologicznych na Spitsbergenie. Prace te prowadzone są w nawiązaniu do badań geologiczno-stratygraficznych w czasie polskich wypraw spitsbergeńskich w latach 1957—1960. W programie przewidziano 4 kolejne wyprawy paleontologiczne obejmujące: południowy Spitsbergen — rejon fiordu Hornsund oraz centralny Spitsbergen — rejon fiordu Belsund z uwzględnieniem południowego i północnego wybrzeża Van Keulenfjorden i Van Mijenfjorden.

Cel wyprawy. Plan badań paleontologicznych zakłada przede wszystkim zebranie makrofauny i mikrofauny z utworów paleozoicznych (kambr—perm) oraz mezozoicznych (trias—jura—kreda), zebranie kolekcji stromatolitowo-onkolitowych z utworów młodoprekambryjskich łącznie ze studiami stratygraficznymi, sedymatologicznymi i paleoekologicznymi.

Otrzymane w wyniku wypraw paleontologicznych materiały mają stanowić podstawę do monograficznych opracowań poszczególnych grup fauny kopalnych bezkręgowców (z uwzględnieniem problemów ewolucyjnych), do opracowania zagadnień stratygraficznych (np. granica karbon—perm) w aspekcie regionalnym i ogólnosiwiatowym oraz zagadnień paleoekologicznych.

Dotychczasowa realizacja programu badań. Zgodnie z założeniami odbyły się dotąd 2 wyprawy paleontologiczne, w latach 1974 i 1975, zorganizowane w ramach polskich naukowych wypraw spitsbergeńskich. Terenem prac był fiord Hornsund, gdzie znajdują się: polska stacja naukowa zbudowana w 1957 r. w Isbjørnhamna oraz domek paleontologów postawiony w 1974 r. w Adriabukta — stanowiące oparcie dla pracujących tam paleontologów.

W wyniku tych wypraw zostały zakończone prace badawcze w fiordzie Hornsund — niewykluczone jednak, że 2-osobowa grupa będzie musiała przeprowadzić tam uzupełniające badania w czasie jeszcze jednego sezonu letniego.

Prace eksploatacyjno-badawcze prowadzone były w kilku rejonach fiordu Hornsund:

a) rejon Isbjørnhamna — przestudiowano (łącznie z profilowaniem) utwory młodoprekambryjskie Fannytoppen, skąd zebrano kolekcję onkolitów; z utworów staropaleozoicznych (kambr ordowik) masywu Sofiekammen pobrano próby do badań mikropaleontologicznych;

b) rejon Burgebukta—Treskelen — przestudiowano cały profil formacji Treskelodden na półwyspie Treskelen w aspekcie stratygraficznym, sedymatologicznym oraz ekologicznym; zebrano licznie faunę (głównie koralowcowo-ramienionogową) z wszystkich poziomów koralowych oraz z brachiopodowych czertów stoków: Hyrneffjellet, Krusseryggen, Trianutten, Urnetoppen; z utworów dewońskich na północnym wybrzeżu fiordu między Hyrneodden i Treskelen uzyskano interesującą

kolekcję ryb (niestety zachowaną jako odciski i odlewy); z wszystkich badanych utworów, począwszy od dewonu do triasu, pobrano próby do badań mikropaleontologicznych oraz mikrofacjalnych;

c) rejon Polakfjellet — zebrano licznie faunę, głównie ramienionogową, z utworów permskich oraz pobrano próby do badań mikropaleontologicznych i mikrofacjalnych z permu i triasu południowej części grupy górskiej Polakfjellet;

d) rejon Grimfjellet — prowadzono w utworach dolnej kredy poszukiwania ssaków i gadów lądowych, z wynikiem niestety negatywnym;

e) rejon Gäshamna — prześledzono wzdłuż wybrzeży fiordu profil stratygraficzny utworów młodoprekambryjskich, kambryjskich i ordowickich z jednoczesnym pobraniem licznych prób litologicznych i mikropaleontologicznych; ponadto zebrano bogatą kolekcję onkolitów i stromatolitów z utworów młodoprekambryjskich masywu Würmbrandegga (Tshebysjovfjellet, Höfferpynten);

f) rejon Dunöyane — zebrano bogate kolekcje stromatolitów z utworów młodoprekambryjskich.

W wyniku prowadzonych badań terenowych uzyskano bogaty materiał skamieniałości od prekambriu do jury. Na uwagę zasługują zespoły faun permskich, w których dominującymi elementami są koralowce i ramienionogi, natomiast najmniej liczne są gąbki. Pobrane zostały liczne próby mikropaleontologiczne, które mogą stanowić podstawę do badań paleontologicznych oraz biostratygraficznych (np. górnopermskie otwornice, triasowe konodonty). Uzyskano bogatą kolekcję mało dotąd poznanych onkolitów i stromatolitów z kilku punktów obszaru fiordu Hornsund. Ich zbadanie może przyczynić się do wyjaśnienia czy i jakie istnieją między nimi związki, ponadto może mieć istotne znaczenie dla rozstrzygnięcia otwartego wciąż problemu ciągłości sedymentacyjnej od ryfeju do wendu. Dokładne przebadanie poziomów koralowych formacji Treskelodden na półwyspie Treskelen oraz zebranie licznej makrofauny z całego profilu — a nie z kilku punktów pozwoli na uzupełnienie, między innymi, wniosków biostratygraficznych (sprecyzowanie wieku karbon czy perm) i ekologicznych tych utworów.

Ponadto uzyskano również bardzo interesujący materiał ekspozycyjny ilustrujący obraz życia paleozoicznych basenów morskich Spitsbergenu. Przewiduje się otwarcie wystawy o charakterze popularnonaukowym w Muzeum Ziemi w Warszawie.

Dotychczasowe wyniki naukowe. Zebrane materiały paleontologiczne znajdują się w opracowaniu przez pracowników następujących placówek naukowych: Zakład Paleozoologii PAN w Warszawie, Instytut Geologii Podstawowej Uniwersytetu Warszawskiego, Instytut Geologiczny w Warszawie, Zakład Paleontologii Akademii Górniczej w Krakowie, Zakład Paleontologii Uniwersytetu Łódzkiego.

Wstępnie zostały opracowane: a) Otwornice górnopermskie okolic Hornsundu. W badaniach oparto się o szlify cienkie ze skał permskich (służące do analizy mikrofacjalnej) oraz o okazy (osródkki) otrzymane drogą chemicznego preparowania ze skały. Wyróżniono 4 wielogatunkowe zespoły otwornic (2 w V poziomie koralowym i 2 w brachiopodowych czertach), które pozwoliły na określenie wieku warstw, skąd pochodzą na górnopermski (artinsk — dolny kazan) — streszczenie wyników w druku w wydawnictwach Uniwersytetu Wrocławskiego.

b) Dolnopermskie Tabulata z formacji Treskelodden. Grupa ta jest dotąd bardzo mało poznana. Stwierdzono obecność kilkunastu gatunków (w tym kilka nowych), poczyniono interesujące obserwacje dotyczące ontogenezy i filogenezy badanych form. Przewiduje się całkowite ukończenie pracy w końcu 1977 r.

c) Triasowe konodonty. Pierwsze wyniki zostały opublikowane w *Studia Geologica Polonica* w roku bieżącym.

Ponadto w opracowaniu są następujące grupy skamieniałości — onkolity i stromatolity, gąbki, mszywioly, koralowce (*Tetracoralla*), ramienionogi grupy *Producta*.

Dotychczasowe wyniki wypraw jak również wstępne wyniki prowadzonych prac badawczych na materiałach kopalnych ze Spitsbergenu były referowane na seminariach Zakładu Paleozoologii PAN w Warszawie (w 1974 r. i w 1975 r.) oraz na sympozjum spitsbergeńskim zorganizowanym w 1974 r. przez Uniwersytet im B. Bieruta w Wrocławiu. Kolejne sympozjum spitsbergeńskie (obejmujące referowanie ostatnich wyników badań) zostało zorganizowane przez Zakład Fizjografii Ziemi Polskiego Instytutu Geograficznego PAN w Toruniu, w kwietniu 1976 r.

PLAN WYPRAW PALEONTOLOGICZNYCH NA LATA 1976—1977

Zgodnie z planem projektuje się rozszerzenie badań paleontologicznych na tereny centralnego Spitsbergenu. W celu zrealizowania tych badań przewiduje się 2 kolejne wyprawy paleontologiczne.

Rok 1976. Miejscem wyprawy paleontologicznej będzie południowe wybrzeże Van Keulenfjorden. Przewidywany zakres prac jest następujący: a) zebranie faun bezkręgowców kopalnych z utworów permokarbońskich, b) zebranie faun mezozoicznych (trias, jura, kreda), c) pobranie z wszystkich badanych utworów prób do badań mikropaleontologicznych i mikrofacjalnych, d) studia stratygraficzno-sedymentologiczno-ekologiczne.

Rok 1977. Miejscem pracy będzie północne wybrzeże Van Keulenfjorden oraz prawdopodobnie fiord Hornsund. Przewidywany zakres prac jest następujący: a) zebranie faun bezkręgowców kopalnych z utworów młodopaleozoicznych oraz mezozoicznych, b) pobranie prób do badań mikropaleontologicznych i mikrofacjalnych, c) studia stratygraficzno-ekologiczne, d) uzupełnienie badań utworów młodoprekambryjskich łącznie z kolekcjonowaniem stromatolitów na wyspie Dunöyane oraz permokarbońskich na półwyspie Treskelen (rejon Hornsundu).

Wyprawy paleontologiczne w latach 1976—1977 przewidziane są na okres 2,5 miesiący. Efektywny czas pracy w terenie określony jest na 2 miesiące.

Uczestnicy wypraw paleontologicznych (każdego roku grupa 5-osobowa) odbędą podróż prawdopodobnie przez Związek Radziecki, via — Leningrad—Murmańsk—Barentsburg—Van Keulenfjorden.

Publikacje. Przewiduje się ukończenie szeregu prac (w tym 1 doktorska oraz prawdopodobnie 1 habilitacyjna) z uzyskanych w wyniku wypraw paleontologicznych materiałów. Prace te ukażą się, w zależności od objętości, w „*Studia Geologica Polonica*”, w wydawnictwach Norsk Polar Institute (Norwegia) oraz prawdopodobnie w „*Paleontologia Polonica*”.

WNIOSKI KOŃCOWE

W związku z prowadzonymi badaniami paleontologicznymi na Spitsbergenie nawiązane zostały kontakty naukowe: w 1974 r. z instytucjami norweskimi w Oslo: Muzeum Geologiczno-Paleontologiczne należące do Uniwersytetu (Geologisk-Paleontologis Muzeum, Sars Gate 1, Oslo 5) oraz z Instytutem Polarnym (Norsk Polar Institute, Roliganveien 12, 1330 Oslo) a w 1975 r. z instytucją radziecką „Sevmorgeo” w Leningradzie, ul. Mojki 120 (Północnomorskie Geologiczne Zjednoczenie należące do Ministerstwa Geologii). Instytucje te prowadzą badania między innymi geologiczno-stratygraficzne w Arktyce i na Antarktydzie.

W najbliższych latach przewidziane są 2 międzynarodowe spitsbergeńskie sympozja paleontologiczne. Jedno z nich projektowane jest w 1977 r. w Leningradzie, zorganizowane przez „Sevmorgeo”. Tematyka tego sympozjum obejmie zagadnienia paleontologiczne paleozoiku Spitsbergenu łącznie z zagadnieniami stratygraficznymi i ekologicznymi. Bliższe szczegóły tego sympozjum omówione zostaną z dr D. V. Semievskim (z „Sevmorgeo” w Leningradzie), głównym kierownikiem radzieckich wypraw geologicznych na Spitsbergen, którego przyjazd do Polski w tym właśnie celu przewidziany jest w 1976 r.

Drugie z kolei sympozjum paleontologiczne projektowane jest w 1978 r. w Oslo, zorganizowane przez Muzeum Geologiczno-Paleontologiczne oraz Instytut Polarny. Sympozjum to obejmie swym zakresem przede wszystkim paleontologię utworów młodoprekambryjskich i staropaleozoicznych Spitsbergenu (łącznie ze stratygrafią). Współorganizatorami tych 2 sympozjów mają być paleontolodzy Zakładu Paleozoologii PAN w Warszawie.

W związku z powyższym, byłoby bardzo celowe nawiązanie oficjalnej współpracy naukowej z ramienia Polskiej Akademii Nauk z Uniwersytetem i Instytutem Polarnym w Oslo oraz z Ministerstwem Geologii w Moskwie, do którego należy Instytut „Sevmorgeo” w Leningradzie.

Nawiązana współpraca z wymienionymi instytucjami ułatwi w znacznym stopniu prowadzenie prac terenowych na Spitsbergenie, np. przez udział paleontologów polskich w wyprawach norweskich czy radzieckich. Stwarza to możliwość: a) zapoznania się z zagadnieniami paleontologii innych obszarów Spitsbergenu włączających rejony północne i wschodnie, gdzie polskie wyprawy paleontologiczne nie są przewidziane, b) wymianę materiałów porównawczych, co wzbogaci w znacznym stopniu wyniki naszych opracowań o dane z innych obszarów Spitsbergenu, c) wymianę pracowników naukowych w związku z opracowywaniem materiałów spitsbergeńskich itp.

Gertruda Biernat

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Якуб Мовшович</i> — Совместные системы: Человек и природа, их взаимосвязи . . .	197
<i>Божидар Шабуневич</i> — Транспозиционные системы ДНК	205
<i>Янина Добжаньска</i> — Исследования общественного паразитизма у муравьев с точки зрения межвидовых поведенческих приспособлений	223
<i>Януш Бобинский</i> — Болезни и вредители можжевельника обыкновенного	243
<i>Ганна Сэрычиньска</i> — Охранительные реакции у насекомых	253
<i>Ян Добровольски</i> — Проблема среды человека в Минамата, Япония	259
<i>Владимеж Седляк</i> — Ведение в квантовую биоакустику	263

CONTENTS

<i>Jakub Mowszowicz</i> — Conjugated systems: man and nature and their mutual correlativity	197
<i>Bożydar Szabuniewicz</i> — Transposable DNA systems	205
<i>Janina Dobrzańska</i> — The study about social parasitism in ants from the point of view of interspecific behavioral adaptation	223
<i>Janusz Babiński</i> — Discases and damaging factors of juniper <i>Juniperus communis</i> L. and infinent themulwes on one in nature	243
<i>Hanna Seryczyńska</i> — Defensive reactions of insects	253
<i>Jcm Dobrowolski</i> — Problems of the Human Environment in Minamata, Japan	259
<i>Włodzimierz Sedlak</i> — Introduction into biological quantum acoustics	263

SPIS TREŚCI

<i>Jakub Mowszowicz</i> — Systemy sprzężone: człowiek a przyroda oraz ich wzajemne współzależności	197
<i>Bożydar Szabuniewicz</i> — Transpozycyjne systemy DNA	205
<i>Janina Dobrzańska</i> — Badania nad pasożytnictwem społecznym u mrówek z punktu widzenia międzygatunkowych zachowań przystosowawczych	223
<i>Janusz Bobiński</i> — Choroby i szkodniki jałowca <i>Juniperus communis</i> L. i ich znaczenie dla roli jałowca w przyrodzie	243
<i>Hanna Seryczyńska</i> — Reakcje obronne u owadów	253
<i>Jan Dobrowolski</i> — Problemy środowiska człowieka w regionie Minamata, Japonia	259

DYSKUSJE I KRYTYKA

<i>Włodzimierz Sedlak</i> — Wprowadzenie w bioakustykę kwantową	263
---	-----

RECENZJE

<i>Henryk Szarski</i> — D. F. Roberts, red. — Human variation and natural selection	273
<i>Zygmunt Grodziński</i> — T. A. Detlaf red. — Obiekty biologii rozwoju	274
<i>Antoni Żyłka</i> — Grzimek's Animal Life Encyclopedia	274
<i>Halina Piękoś</i> — Flora europejskiej części SSSR	277

KRONIKA NAUKOWA

<i>Konstancja Jakutowicz</i> — Wodzian chloralu — rozpuszczalnik błon biologicznych; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Próba wyjaśnienia mechanizmu transkrypcji mRNA z podwójnej spirali DNA; <i>Jan Pinowski</i> — Energetyczna kontrola wielkości ciała ptaków; <i>Wiktor Janusz Pajor</i> — Rola nietoperzy w zapyłaniu roślin tropikalnych; <i>Wiktor Janusz Pajor</i> — Perspektywy rozwoju nowej gałęzi nauk przyrodniczych — archeologii lekarskiej; <i>Wiktor Janusz Pajor</i> — Badania nad dodatkową funkcją skrzel ryb	281
---	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

<i>Jerzy Cmak</i> — Działalność podstawowa Świętokrzyskiego Parku Narodowego w okresie dwudziestopięciolecia istnienia	287
--	-----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Andrzej Elżanowski</i> — Z działalności Komitetu Biologii Ewolucyjnej i Teoretycznej PAN	293
<i>Kazimierz Zabierowski</i> — Program działania międzynarodowego w zakresie ochrony przyrody ALP	297
<i>Gertruda Biernat</i> — Wyprawy paleontologiczne na Spitsbergenie 1974—1977	300

Tylko prenumerata zapewnia
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Warunki prenumeraty

Cena prenumeraty krajowej

rocznie zł 90,—

półrocznie zł 45,—

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

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

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

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

Prenumerata zagraniczna

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

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

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

Indeks 36280

Kosmos A., R. XXV, 3, 197—306, Warszawa, czerwiec 1976.