

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XXVIII

WARSZAWA 1979

ZESZYT 4 (159)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXVIII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 4 (159)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1979

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

*prof. dr Tadeusz Gorczyński, prof. dr Kazimierz Petrusiewicz,
prof. dr Aleksandra Przeglęcka, prof. dr Przemysław Trojan, prof. dr Adam Urbanek,
prof. dr Kazimierz Wierzchowski*
redaktor naczelny: *prof. dr Włodzimierz Michajłow*
sekretarz: *mgr Jadwiga Kobuszevska*

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

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 8
Nakład 1426+114 egz. Ark. wyd. 10,0 ark. druk. 7,25. Papier poenc.
kl. III, 80 g. 70×100.
Oddano do składania 4.V.1979 r. Podpisano do druku 18.VIII.1978 r.
Druk ukończono w sierpniu 1979 r.
Zam. 285/79 C-111 Cena zł 15,—
Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Śniadeckich 8

BADANIA NAD OGÓLNA TEORIĄ BIOCENOLOGII W RAMACH PROBLEMATYKI OCHRONY EKOSYSTEMÓW I KRAJOBRAZU REALIZOWANEJ PRZEZ KRAJE RWPG

1. WSTĘP

Badania ekologiczne w Polsce, podobnie jak w innych krajach socjalistycznych, realizowane są począwszy od 1971 r. w ramach międzynarodowych programów badań nad produktywnością ekosystemów (IBP) a od 1976 r. w ramach tematyki ochrony i kształtowania środowiska człowieka. Badaniami tymi objęto w naszym kraju różne typy ekosystemów reprezentatywne dla poszczególnych stref krajobrazowych oraz sposobu użytkowania ziemi i wód. Celem tych badań jest uzgodnienie potrzeb rozwoju i intensyfikacji zasadniczych typów gospodarki środowiskiem z warunkami ekologicznymi panującymi w różnych siedliskach. Ma to umożliwić maksymalne wykorzystanie naturalnych sił przyrody, dla uzyskania trwałych efektów ekonomicznych i społecznych, przy minimalizacji nakładów na ochronę środowiska oraz działalność prowadzącą do zachowania oraz odbudowy stanów środowisk naruszonych przez działalność gospodarczą. Uwzględnienie praw ekologicznych przy realizacji zadań gospodarczych winno też oddalać groźby katastrof ekologicznych zarówno od układów eksploatowanych gospodarczo, jak też od tych, które pozostawiamy w stanie naturalnym, tj. poza eksploatacją.

Zaangażowanie w badania prowadzone nad konkretnymi obiektami przyrodniczymi, znajdującymi się pod określoną presją gospodarczą spowodowało, że od ośmiu lat wyeliminowane zostały z planów badań ekologicznych w Polsce tematy o charakterze teoretycznym, ponieważ wszystkie siły skupiono na rozwiązywaniu zadań o dużej aktualności praktycznej, dających możliwości zastosowań wyników badań ekologicznych w działalności gospodarczej.

Tymczasem nowa, ważna tematyka rodzi problemy, których rozwiązanie bez postępu badań teoretycznych nie wydaje się w pełni możliwe. Jednym z podstawowych celów ekologii jest dążenie do ustanawiania ekosystemów względnie zrównoważonych, ponieważ tylko takie nie wymagają intensywnej, więc kosztownej, integracji gospodarczej człowieka. Tym samym pojęcie, definicja, kryteria, czynniki i mechanizmy określające równowagę ekologiczną ekosystemów mają podstawowe znaczenie zarówno dla właściwego postępu badań, jak i interpretacji uzyskanych wyników, czy wreszcie oceny rezultatów działań praktyki na rzecz przebudowy ekosystemów. Waloryzacja stanów ekosystemów może być przeprowadzona opierając się o koncepcję określającą warunki równowagi ekologicznej tych układów. Nie jest bowiem bardziej ważne to, czy

ekosystem jest sztuczny, czy odchylony od normy, niż to jak on w aktualnych warunkach funkcjonuje. Lepiej bowiem jest pozostawić układ nienaturalny, ale względnie zrównoważony niż wprowadzić na jego miejsce bardziej naturalny, ale o niemożliwym do określenia stanie zrównoważenia na przyszłość.

Drugą kwestią teoretyczną, która wydaje się mieć podstawowe znaczenie dla rozwoju tematyki ekologii stosowanej jest modelowanie ekosystemów i związane z nim badania nad zasadami organizacji układów ekologicznych. Pytanie o ogólne zasady organizacji układów ekologicznych ma bowiem równie duże znaczenie dla ogólnej teorii biocenologii, jak dla poczynąń ściśle praktycznych. Udowodnienie hipotezy, według której przyroda żywa w naszej strefie geograficznej zorganizowana jest według jednego lub niewielkiej liczby schematów pozwala na znaczne uproszczenie zarówno procedur poznawczych, jak i działań kształtujących ekosystemy. Określenie organizacji „wzorcowej” biocenozy to ważne zadanie teorii biocenologii. Model taki daje podstawę do analizy konkretnych układów z jakimi spotykamy się w przyrodzie. Rozpoznane schematy organizacji układów ekologicznych mogą z kolei stanowić dobrą i w gruncie rzeczy jedyną poprawną podstawę modelowania układów ekologicznych. Droga ta prowadzi do przyspieszenia wszystkich wyników w badaniach ekologicznych i umożliwia zastosowanie nowych koncepcji metodologicznych o wielkim znaczeniu praktycznym. Aktualnie ekolodzy, aby ocenić sytuację w konkretnym ekosystemie, muszą przeprowadzić żmudne i pracochłonne badania o charakterze fenomenologicznym, zbierać materiały w cyklach wieloletnich i dopiero na tej podstawie przeprowadzać syntezę wyników badań i przedstawiać propozycje o charakterze praktycznym. Podejście modelowe pozwala na dostosowanie modelu do danego typu ekosystemu już po rozpoznaniu wstępnym oraz przeprowadzenie analizy symulacyjnej dla oceny procesów zachodzących w danym ekosystemie. Dalsze badanie polegające na sprawdzaniu wyników uzyskanych na drodze dedukcyjnej jest dużo ekonomiczniejsze niż kompletne badanie ekosystemu. Może ono bowiem dotyczyć tylko wybranych elementów organizacji układu, czy też wskaźnikowego badania zachodzących w nim procesów. Droga taka jest niewątpliwie szybsza niż ta, która wynika z dotychczasowych procedur badań ekologicznych.

Te przykładowo wymienione tematy badań z zakresu teorii ekologii wskazują na wzajemne uwarunkowanie postępu badań stosowanych i teoretycznych w ekologii, tym samym na potrzebę realizacji badań teoretycznych, które w latach 1950—1960 stanowiły mocną stronę ekologii w Polsce i zadecydowały o jej pozycji w nauce międzynarodowej.

2. STAN BADAŃ Z ZAKRESU OGÓLNEJ TEORII BIOCENOLOGII

W Polsce badania teoretyczne nad koncepcją organizacji ekosystemów, głównie ich komponentów biologicznych — biocenozy — prowadzone były intensywnie w latach 1950—1963. Objęły one następujące wybrane odcinki problematyki: koncepcja zespołu konkurencyjnego i innych jednostek organizacji wewnętrznej biocenozy, zagadnienie zjawisk kompensacyjnych w układach ekologicznych, konkurencja międzygatunkowa, zjawiska regulacji liczebności w układach złożonych, zjawiska styku ekosystemów (koncepcja ekotonów) ważne przy mozaikowym cha-

rakterze naszych krajobrazów, w których różne typy ekosystemów leśnych, polnych i słodkowodnych składają się na jednostki wyższego rzędu jakie tworzą układy krajobrazowe. Badania te zostały w znacznej mierze zahamowane wraz z rozwojem tematyki produktywności ekosystemów, w których dominowała tematyka opisu, oceny i analizy zjawisk ekologicznych przebiegających w obrębie ekosystemów, zaś czynniki regulujące przebieg badanych zjawisk pozostawały zazwyczaj poza zasięgiem programu badań.

Początki odbudowy tematyki teoretycznej datują się na 1976 r. Badania wtedy rozpoczęte nawiązują do tematyki prowadzonej w latach 50-ych a jednocześnie podejmują zagadnienia ogólnej teorii organizacji układów ekologicznych. Nie ma natomiast w Polsce badaczy pracujących nad zagadnieniami modelowania ekosystemów opierających się na teorii informacji, cybernetyce oraz związanymi z nimi działami matematyki. Brak ten będzie w przyszłości coraz bardziej odczuwalny.

W krajach RWPG rozwój tematyki teoretycznej w ekologii biocenoz jest bardzo nierównomierny. Zaawansowane od strony teoretycznej są badania niektórych zespołów naukowych ZSRR, gdzie opanowano metody modelowania ekosystemów oraz krajobrazów, opracowano programy dla maszyn matematycznych oraz dostosowano metody zbierania informacji dla celów założonych ogólnym modelem badań. Wyniki prezentowane wycinkowo na forum współpracy międzynarodowej pozwalają przypuszczać, że nauka radziecka dysponuje systemami pozwalającymi w oparciu o programy cybernetyczne na ocenę przebiegu procesów ekologicznych w obrębie ekosystemów, w tym również czynników naruszających ich równowagę ekologiczną oraz naturalne kierunki rozwojowe układów ekologicznych. Na podstawie przeprowadzonych analiz możliwe jest prognozowanie kierunków zmian zachodzących w różnych typach krajobrazu dla poszczególnych kategorii ekosystemów. Ten kierunek rozwoju tematyki teoretycznej należy ocenić jako ofensywny i ekonomiczny zarazem. Wyniki badań ekologicznych o charakterze prognostycznym są sprawdzalne w praktyce, tym samym ekologia staje w rzędzie nauk ścisłych, w których rozwój teorii i aparatu pojęciowego wraz z metodami analizy pozwala na precyzyjną ocenę zjawisk zachodzących w przyrodzie.

W NRD rozwija się jeden ośrodek badań teoretycznych w zakresie biocenologii (Halle). Jego cechą charakterystyczną jest ukierunkowanie badań na najbardziej podstawowe pojęcia ekologiczne i próba dostosowania ich treści do potrzeb modelowania matematycznego. Dobrze zorganizowana współpraca ekologów, cybernetyków i matematyków doprowadziła tutaj do szybkiego postępu w zakresie opanowania metod nowoczesnej analizy zjawisk ekologicznych. Od strony teoretycznej ośrodek ten już dziś można zaliczyć do liczących się w nauce światowej.

W pozostałych krajach RWPG badania teoretyczne w zakresie ekologii rozwijają się słabiej. Przyczyna tego leży po części w ogólnym poziomie rozwoju nauk ekologicznych w tych krajach (Jugosławia, Bułgaria i Rumunia), gdzie tradycyjnemu systemowi kształcenia biologicznego odpowiada podobny system organizacji badań naukowych. W takich warunkach organizacja badań ekologicznych i uzyskiwanie liczących się wyników naukowych są trudne. Sama struktura nauki hamuje bowiem proces integracji naukowej niezbędny dla uzyskania właściwego poziomu badań ekologicznych. W Polsce rozwój tych badań jest zabezpieczony przez problem międzyresortowy „Ekologiczne podstawy ochrony

i kształtowania środowiska", który działa na rzecz integracji środowiska naukowego i pozwala na tworzenie zespołów badawczych niezależnie od formalnego systemu organizacji nauki.

W krajach kapitalistycznych najważniejszym ośrodkiem rozwoju ekologii teoretycznej pozostaje USA, w Europie Zachodniej — Wielka Brytania. Nie przystąpiła do programu badań teoretycznych Australia, uznana za potęgę w zakresie badań ekologicznych. Zdecydowała o tym odrębność podstaw metodologicznych, stanowiących podstawę sukcesów ekologii australijskiej w odniesieniu do prostych układów ekologicznych, które realizują się w warunkach geograficznych kontynentu Australii. W ostatnich latach daje się zauważyć zainteresowanie i rozwój badań z zakresu ekologii teoretycznej również we Francji i RFN. Pierwszy z tych krajów rozwija szkolenie z zakresu ekologii ogólnej oraz realizuje programy badań ekologicznych w zakresie stosowanym. Między nimi istnieje wyraźna luka, która powoduje trudności w rozwoju badań z zakresu ekologii teoretycznej. W RFN badania te mają ograniczony zasięg do zagadnień związanych z niektórymi aspektami ochrony środowiska i są realizowane w wąskim zakresie.

O szybkim rozwoju badań z zakresu ekologii teoretycznej w USA zadecydował w znacznej mierze kryzys ekonomiczny, który w większej mierze objął nauki ścisłe niż ekologię, ponieważ ta ostatnia zyskała na znaczeniu w związku z umiędzynarodowieniem problematyki ochrony biosfery. W tej sytuacji badania ekologiczne podjęło wielu utalentowanych uczonych z innych dziedzin, głównie fizyków, którzy opracowują tematykę teorii układów ekologicznych, zagadnienia modelowania itp. Nie wchodząc w ocenę wagi naukowej oraz znaczenia tych badań dla rozwiązywania problemów ekologicznych w USA, należy podkreślić ich znaczenie dla rozwoju ekologii. Przeniesienie na grunt nauk biologicznych idei i metod pracy z innej dyscypliny pozwala na oceny zjawisk obserwowanych wycinkowo w obrębie całościowo działających układów. Stąd powodzenie tej tematyki i jej szybki rozwój.

Podsumowując stan badań z zakresu teorii ekologicznej należy stwierdzić, że jest to dziedzina w której na świecie odbywa się w ostatnich latach znaczny postęp, szczególnie w zakresie powiązania badań teoretycznych z teorią informacji, cybernetyką i matematyką. Rozwój badań w tym zakresie jest bardzo nierównomierny, jednak uzyskane wyniki pozwalają na przewidywanie możliwości znacznego zwiększenia efektywności badań ekologicznych dzięki postępowi badań teoretycznych.

W systemie krajów RWPG trzy kraje zaawansowały badania z zakresu teorii biocenologii: ZSRR, NRD i Polska. Współpraca z tymi krajami pozwala nam na bliższy kontakt z tymi dziedzinami badań teoretycznych, które w naszym kraju nie były uprawiane, w perspektywie czasu stwarza to możliwości wykształcenia za granicą grupy polskich specjalistów, szczególnie w zakresie modelowania ekosystemów, opierając się na współpracy RWPG.

3. REALIZACJA TEMATYKI „OGÓLNA TEORIA BIOCENOLOGII” W RAMACH BADAŃ PROWADZONYCH W RWPG

Badania obejmujące zagadnienia zatytułowane „Opracowanie ogólnej teorii biocenologii” skupione są w odrębnej grupie tematycznej, pierwszej w obrębie problemu trzeciego współpracy naukowej krajów RWPG

„Ochrona ekosystemów (biogeocenozy) i krajobrazu”. W obrębie tej grupy tematycznej koordynowanej przez Instytut Morfologii i Ekologii Zwierząt (Moskwa) realizowanych jest pięć następujących tematów:

1. Analiza struktur i funkcji biogeocenoz o różnej komplikacji i w różnym stopniu naruszonych przez człowieka.
2. Analiza systemowa i modelowanie podstawowych składowych środowiska przyrodniczego.
3. Opracowanie teorii i metodyki bioindykacji oraz opracowanie metod bioindykacji wpływów antropogennych na środowisko.
4. Opracowanie metod przygotowywania map biogeograficznych.
5. Zasadnicze tendencje, prawidłowości i tempo zmian głównych typów biogeocenoz i populacji pod wpływem człowieka.

Podobne uszeregowanie tematyki nie odpowiada strukturze badań z zakresu ekologii teoretycznej, co więcej większość zamieszczonych tu zadań nie ma powiązania z badaniami teoretycznymi i należy do czysto empirycznych, których wyniki mogą posłużyć dla ustalenia roli poszczególnych komponentów biocenozy.

Najlepiej zorganizowana jest realizacja badań w obrębie drugiego i trzeciego tematu. Zarówno analiza systemowa i modelowanie, jak zagadnienia bioindykacji stanowią tematykę dobrze zdefiniowaną co pozytywnie wpływa na skład zadań w obrębie tematów i pozwala na ukształtowanie względnie jednolitego programu badawczego. Najslabiej obsadzona jest tematyka w obrębie zadania ostatniego, organizacja badań nie pozwala na przewidywanie uzyskania w tym temacie wartościowych wyników. Przyczyna takiego stanu leży w małej odrębności faktycznej tematów pierwszego i piątego. Z reguły bowiem określenie tendencji i prawidłowości przemian zachodzących w ekosystemach pod wpływem działalności człowieka stanowi wynik analizy porównawczej struktur i funkcji tych układów znajdujących się pod wpływem antropopresji o różnym nasileniu. Tym samym temat pierwszy rozbudowany z pewną przesadą, zawiera bowiem aż 26 zadań badawczych, pochłonął większość tematyki tematu piątego, dla którego w tej sytuacji zabrakło zarówno zadań, jak też realizatorów.

Przeprowadzona krytyka ogólna wskazuje na to, że struktura badań ekologicznych w ramach RWPG daleko odbiega od spisu rozdziałów podręcznika ekologii. Więcej troski organizatorzy programu włożyli w ułożenie zadań mających znaczenie w ramach współpracy naukowej, niż ich uszeregowanie zgodne z zasadami klasyfikacji.

Ekologia polska bardzo wybiórczo partycypuje w realizacji poszczególnych tematów i zadań. Zgodnie z ekosystemowym, z jednej strony a według typów presji z drugiej, podziałem tematyki ekologicznej w polskich programach badawczych, udział nasz ograniczony jest do niektórych tylko tematów. Są to przede wszystkim zadania służące wymianie doświadczeń metodycznych przy zbieraniu danych empirycznych. W ramach współpracy uzyskujemy informacje o doświadczeniach prowadzonych nad analogicznymi zadaniami w placówkach zagranicznych, bierzemy udział w zebraniach naukowych poświęconych dyskusji poszczególnych zagadnień oraz tzw. szkołach, w trakcie których ma miejsce opowywanie nowych metod badawczych. Stroną organizującą zależnie od specjalizacji jest tu placówka polska lub instytuty krajów członkowskich RWPG biorących udział w programie.

Drugą grupę zadań stanowią te, w których współpraca międzynarodowa jest niezbędna dla prowadzenia badań i uzyskiwania wartości-

wych wyników. Najwyraźniej zarysowuje się ten typ organizacji w ramach badań migracji ptaków.

Trzecią grupę stanowią tematy realizowane w naszym kraju na takim poziomie, że mogą stanowić wizytówkę postępu badań realizowanych w naszych programach badawczych. Należą tu prace nad rozwojem ekosystemów leśnych na gruntach porolnych oraz badania faunistyczne w Karpatach.

Czwartą grupę stanowią tematy, w których strona polska poszukuje i powinna nadal poszukiwać kontrahentów w ramach współpracy międzynarodowej. Należą do nich analiza strukturalna i funkcjonalna organizacji ekosystemów oraz tendencje i tempo zmian biocenoz i populacji pod wpływem gospodarki człowieka. Porównanie wyników i modeli stosowanych w tych badaniach, względnie zastosowanie polskich modeli oceniających zjawiska w innych układach ekologicznych, może stanowić ważny sprawdzian i czynnik postępu w rozwiązywaniu złożonych problemów biocenotycznych i populacyjnych.

Piątą grupę stanowią badania nowe w tematyce ekologicznej, szczególnie problematyka modelowania i bioindykacji, tu strona polska wnosi nowe koncepcje rozwiązań teoretycznych, jak też może czerpać poważne korzyści z kontaktów z przodującymi ośrodkami ZSRR, NRD i CSRS. Zróżnicowanie tematyki w poszczególnych krajach przy jednoczesnym zaawansowaniu badań od strony metodycznej pozwala na szybkie przyswajanie zdobyczy teoretycznych i metodycznych a w razie potrzeby na szybkie wyszkolenie własnej kadry opierając się na ośrodkach zagranicznych.

Stan realizacji zadań w ramach tematu „Opracowanie ogólnej teorii biocenologii” odpowiada więc faktycznemu zróżnicowaniu poziomu badań w poszczególnych krajach RWPG oraz odmienności tematyki realizowanej przez poszczególne kraje. Przegląd tej tematyki wskazuje, że system badań w poszczególnych krajach RWPG w ramach problemu „Ochrona ekosystemów, biogeocenoz i krajobrazu” zabezpiecza kontrolę nad stanem badań teoretycznych realizowanym nie tylko w naszym obozie, ale nawet na świecie i pozwala na szybkie reagowanie na wydarzenia zachodzące w nauce światowej.

4. WNIOSKI I WAŻNIEJSZE ZADANIA NA LATA 1981—2000

Analiza współpracy naukowej w ramach tematu „Opracowanie ogólnej teorii biocenologii” realizowanego w problemie trzecim RWPG „Ochrona ekosystemów, biogeocenoz i krajobrazu” prowadzi do następujących wniosków:

1. Współpraca obejmująca tematykę teoretyczną biocenologii należy do niskonakładowych. Realizacja zadań charakteryzuje się wysoką efektywnością i pozwala poprzez rozwijany system informacji naukowej na szybkie przekazywanie i przenoszenie między współpracującymi ośrodkami koncepcji naukowych, metod badawczych i podnoszenie kwalifikacji kadr poprzez zorganizowany system szkół naukowych.

2. Istniejący system współpracy pozwala na kontrolę postępu nauki światowej w zakresie biocenologii teoretycznej. Należy przy tym podkreślić, że zaznaczająca się specjalizacja poszczególnych ośrodków badawczych powoduje, że uczestniczą one obiektywnie w rozwoju teorii biocenologii. Żaden z krajów członkowskich RWPG nie byłby w stanie

sprawować samodzielnie takiej kontroli nad rozwojem zróżnicowanej i trudnej zarazem dziedziny, jaką stanowi ekologia teoretyczna.

3. System współpracy, mimo pewnych trudności związanych z rozdrobnieniem tematyki w niektórych zadaniach, jest skuteczny. Pozwala on na rozwinięcie współpracy wszędzie tam, gdzie istnieje zainteresowanie poszczególnych uczestników badaniami realizowanymi w innych ośrodkach biorących udział we współpracy. W szeregu przypadków można odnotować postęp organizacyjny polegający na podziale zadań między ośrodki poszczególnych krajów i opracowywanie wspólnych syntez.

4. Należy postulować rozwój tematyki szczególnie w kierunku preferowania zadań realizowanych w oparciu o zasadę międzynarodowego podziału pracy również w obrębie współpracy międzynarodowej. Tematyka budząca małe zainteresowanie większości partnerów współpracy powinna stopniowo przechodzić do współpracy dwustronnej, realizowanej w ramach systemu współpracy poza RWPG.

5. Do ważnych zadań należy wybór przyszłych tematów, w ten sposób aby spełniały one funkcje integracyjne w nauce krajów socjalistycznych a zarazem stanowiły decydujący czynnik w osiągnięciach naukowych stanowiących o miejscu nauki naszego obozu w nauce światowej.

Do ważniejszych zadań na lata 1981—2000 należy zaliczyć:

1. Przeprowadzenie badań porównawczych nad strukturą i funkcjonowaniem ekosystemów w poszczególnych typach siedlisk o różnych formach użytkowania gospodarczego. Realizacja tego zadania ma fundamentalne znaczenie dla ekologii. Nie ma bowiem dotąd biocenologii porównawczej, nie dysponujemy podstawową informacją o strukturze i funkcjonowaniu ekosystemów zależnie od form użytkowania ziemi, typów siedliska, nacisku antropopresji itp. Istnieje pilna potrzeba opracowania metod i zasad, które pozwolą na przeprowadzenie badań porównawczych nad poszczególnymi typami ekosystemów i siedlisk.

2. Opracowanie modeli typowych ekosystemów lądowych Europy środkowej. Bogactwo świata żywego zasiedlającego ekosystemy lądowe naszych krajów jest ogromne. Liczba gatunków wchodzących w skład poszczególnych biocenoz sięga kilka tysięcy. Operowanie tak zróżnicowanym materiałem nawet przez zespoły badawcze jest utrudnione. Tym ważniejsze jest opracowanie modeli ekosystemów i opanowanie różnorodności elementów składowych w takim stopniu, aby opracowywane układy ekologiczne mogły być analizowane zarówno od strony strukturalnej, jak i funkcjonalnej.

3. Ustalenie teoretycznych podstaw bioindykacji oraz zestawienie gatunków charakteryzujących poszczególne typy presji.

4. Opracowanie mapy roślinności potencjalnej dla obszaru objętego krajami RWPG. Mapa taka będzie miała duże znaczenie jako przyrodnicza podstawa dla prac nad planowaniem regionalnym oraz prognozowaniem ekologicznym, wiązanym z planowymi procesami zmian form użytkowania ziemi. Z reguły działanie takie wiąże się ze zwiększeniem presji działalności człowieka na przyrodę żywą i środowisko. Mapa roślinności potencjalnej stanowi dobrą podstawę dla opracowań określających odporność środowiska na projektowane zmiany użytkowania środowiska.

W czerwcu 1979 r. podczas narady koordynacyjnej w Eger (Węgry) tematyka grupy została ujęta pod tytułem: Analiza biogeocenoz (struktur, funkcji i rozwoju) w tym w różnym stopniu uszkodzonych przez

działalność człowieka. W jej obrębie wyróżniono cztery zadania (1) ekofizjologiczne podstawy oceny roli organizmów w biocenozach, (2) stosunki między komponentami biocenoz i rola organizmów w biologicznym obiegu materii, (3) ochrona i eksploatacja populacji, (4) analiza strukturalno-funkcjonalnej organizacji biocenoz i określenie ich optymalizacji dla celów gospodarczych.

Tak ujęta problematyka lepiej odpowiada zarówno treści, jak i strukturze tematu. W takich sformułowaniach będą prowadzone badania w ramach współpracy naukowej RWPG w latach 1981—1985 w omówionej tematyce.

JERZY BUCHOWICZ

Instytut Biochemii i Biofizyki PAN
Warszawa

SEKWENCJE INTERWENIUJĄCE — ZAGADKOWY ELEMENT BUDOWY GENU EUKARIOTYCZNEGO

Kwas dezoksyrybonukleinowy jest nośnikiem genów i źródłem informacji genetycznej, warunkującej przebieg podstawowych procesów życiowych. Toteż poznanie budowy i funkcji tej wielkocząsteczkowej substancji, występującej w każdej komórce, od dawna jest przedmiotem systematycznych, wielokierunkowych badań. Już proste analizy chemiczne, wykonane jeszcze na przełomie lat czterdziestych i pięćdziesiątych bieżącego stulecia [1, 6], pozwoliły ustalić, że DNA poszczególnych gatunków zwierząt, roślin i drobnoustrojów posiada inny skład nukleotydowy i że obserwowane różnice są tym większe im bardziej odległe stanowiska taksonomiczne zajmują porównywane organizmy. Dopiero jednak rozwój fizycznych i enzymatycznych metod charakterystyki DNA pozwolił na pełniejszy przegląd sytuacji i uogólnienia, z których wynika, że są dwie grupy organizmów o zasadniczo różnej organizacji strukturalnej aparatu genetycznego — prokaryoty (*Prokaryota*) i eukaryoty (*Eukaryota*).

Pierwsza z nich, reprezentowana przez większość drobnoustrojów, w tym wszystkie bakterie, charakteryzuje się prostszym i stąd — lepiej poznanym genomem. Składają się nań jednostki funkcjonalne zwane operonami [13], które grupują pokrewne sobie geny, ulegające wspólnie regulowanej ekspresji. Ustalenia w zakresie budowy, właściwości i funkcji tych jednostek mają charakter trwały i weszły na stałe do literatury podręcznikowej.

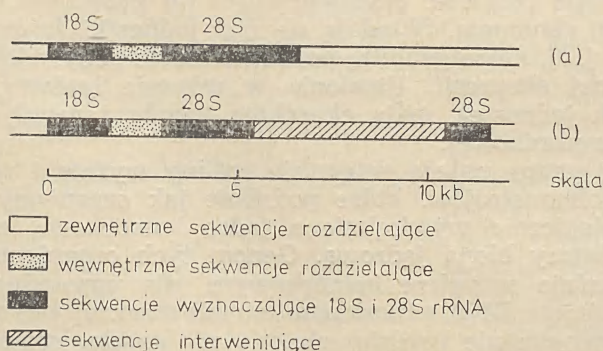
Do drugiej grupy należą wszystkie rośliny wyższe i zwierzęta oraz te gatunki drobnoustrojów, które podobnie jak organizmy wyższe, posiadają morfologicznie wyodrębnione jądro komórkowe, oddzielone od reszty protoplazmy błoną jądrową. Genom tych organizmów zlokalizowany jest właśnie w jądrze komórkowym (dla uproszczenia, w pracy niniejszej pominięto DNA półautonomicznych struktur subkomórkowych) i jest nieporównywalnie bardziej złożony niż genom komórki prokariotycznej.

Pierwszą cechą odróżniającą genom eukariotyczny od prokariotycznego jest jego wielkość. Sumaryczna masa cząsteczkowa DNA występującego w typowej komórce eukariotycznej (ilość makrocząsteczek nie jest znana) jest około tysiąc razy większa niż w komórce prokariotycznej. W parze z tak dużymi różnicami ilościowymi idą też i różnice jakościowe. Najwcześniej rozpoznane z nich jest występowanie charakterystycznych dla genomu eukariotycznego tzw. sekwencji powtarzających się. Przypada na nie z reguły ponad 30% DNA jądrowego, a w niektórych przypadkach, proporcje między sekwencjami unikalnymi (wy-

stępującymi w pojedynczych kopiach) i powtarzającymi się są jeszcze bardziej przesunięte na korzyść tych ostatnich [21]. Rola sekwencji powtarzających się nie jest znana, lecz wiadomo, że często rozdzielają one od siebie indywidualne geny strukturalne, zlokalizowane niemal wyłącznie w sekwencjach unikalnych. Stąd, sekwencje powtarzające się i unikalne są w genomie eukariotycznym wysoce przetasowane ze sobą. Szczegółowa charakterystyka sekwencji powtarzających się jest przedmiotem wydanej ostatnio monografii [22].

Najbardziej charakterystyczna dla genomu eukariotycznego cecha została jednak wykryta zupełnie niedawno, w 1977 r. Jest nią występowanie tzw. sekwencji interweniujących, zlokalizowanych wewnątrz indywidualnego genu strukturalnego i dzielących go na fragmenety, zajmujące mniej lub bardziej odległe od siebie regiony makrocząsteczki DNA. Pierwszych obserwacji wskazujących na występowanie tak rozczłonkowanych genów dostarczyły wyniki różnych, równolegle prowadzonych badań i ogłaszanych niemal równocześnie przez różne grupy autorów. Należały do nich badania nad budową cistronu rybosomalnego u *Drosophila melanogaster*, genów tRNA¹ u drożdży, genów kodujących określone białka w ustroju zwierzęcym, a także prace zmierzające do poznania ekspresji genomu niektórych wirusów w zakażonych nimi komórkach zwierzęcych. Najbardziej ilustratywne dla rozwoju koncepcji „genów w kawałkach” wydają się badania nad budową cistronu rybosomalnego i wyniki tych właśnie badań przytoczone zostaną w pierwszej kolejności.

Do roku 1977 utrzymywał się niezachwianie pogląd, że cistron rybosomalny w genomie *D. melanogaster*, podobnie jak i u innych eukariontów, składa się z sekwencji wyznaczających 18 S i 28 S rRNA, oddzielonych od siebie tzw. wewnętrzną sekwencją rozdzielającą, jak to schematycznie zaznaczono na rys. 1. Bardziej szczegółowa charakterystyka

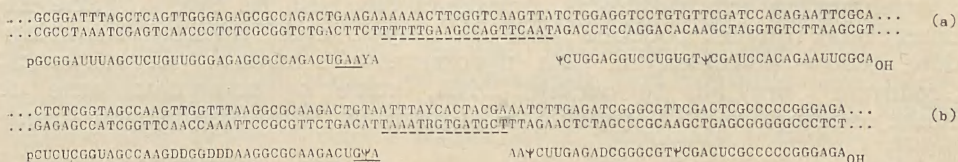


Rys. 1. Schemat budowy cistronu rybosomalnego w genomie *Drosophila melanogaster*. (a) Według poglądów utrzymujących się do roku 1977. (b) Po wykryciu braku ciągłości genu dla 28 S rRNA w większości cistronów. 1 kb (kilobase) odpowiada odcinkowi DNA o długości 1000 par zasad. Według Glowera i Hognessa [11] oraz Wallauera i współautorów [26, 27], z niewielkimi uproszczeniami

¹ Stosowane skróty: pre-mRNA, prekursor mRNA; pre-tRNA, prekursor tRNA. Pozostałe skróty i symbole — według Polskiego słownictwa biochemicznego, red. A. Morawiecki, Monografie Biochemiczne, nr 29, PWN, Warszawa 1974.

tego cistronu stała się możliwa dzięki wykryciu enzymów restrykcyjnych i rozwojowi techniki tzw. klonowania, pozwalającej namnażać wybrane geny eukariotyczne w komórce bakteryjnej do ilości wystarczających na przeprowadzenie odpowiednich analiz. Korzystając z tak uzyskanego materiału, Glower i Hogness [11], Pellegrini i współautorzy [19] oraz Wellauer i Dawid [26] równocześnie ogłosili dane dowodzące, że sekwencja wyznaczająca 28 S rRNA w większości cistronów rybosomalnych *D. melanogaster* nie jest ciągła. Przerywa ją bowiem inna sekwencja nukleotydowa, nie wyznaczająca żadnego ze znanych rRNA i pełniąca nieznaną rolę. Na sekwencję tę przypada odcinek DNA o długości odpowiadającej około pięciu tysiącom par zasad, tj. większej niż w sumie zajmują obie części podzielonego genu 28 S rRNA (rys. 1). W odróżnieniu od wszystkich znanych dotychczas sekwencji rozdzielających (zewnątrznych — rozdzielających poszczególne cistrony rybosomalne i wewnętrznych — rozdzielających 18 S do 28 S w cistronie), ta sekwencja nukleotydowa mieści się wewnątrz indywidualnego, pojedynczego genu. Autorzy nazwali nowo wykrytą sekwencję insercją rybosomalną, a następnie, wobec wykrycia podobnych sekwencji wewnątrz innych genów strukturalnych, przyjął się bardziej ogólny termin — sekwencje interweniujące. Polski odpowiednik tego terminu nie został jeszcze utworzony. Powtarzające się w żargonie laboratoryjnym określenie „sekwencje przegradzające” trafnie informuje o ich lokalizacji, lecz wydaje się nazbyt bliskoznaczne z sekwencjami rozdzielającymi. Toteż na potrzeby niniejszego artykułu posłużono się dosłownym tłumaczeniem angielskiego „intervening sequences”.

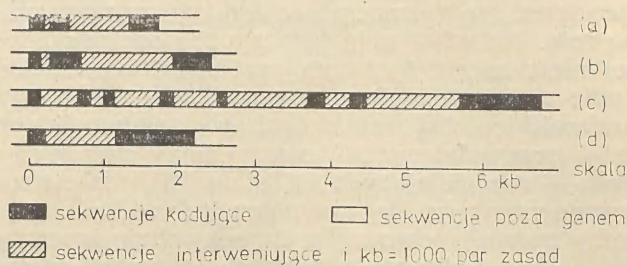
Dobrze poznanymi przykładami sekwencji interweniujących są te z nich, które występują w genach wyznaczających indywidualne tRNA. Sekwencje te są znacznie krótsze od insercji rybosomalnej — składają się zazwyczaj z kilkunastu par nukleotydowych, zlokalizowanych niemal dokładnie w centralnej części genu, tuż obok trójki nukleotydów wyznaczających antykonon danego tRNA. W przypadku genów wyznaczających fenyloalaninowy tRNA [16, 24] i tyrozynowy tRNA [16, 18] u drożdży określono nie tylko ilość, ale i kolejność nukleotydów przypadających na sekwencję interweniującą (rys. 2).



Rys. 2. Kolejność nukleotydów w genach dla fenyloalaninowego (a) i tyrozynowego (b) tRNA u drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. Sekwencje interweniujące podkreślono linią przerywaną. Poniżej każdego z genów zamieszczono sekwencję nukleotydową odpowiadającego mu tRNA (podkreślono antykonon), z pominięciem 3'-końcowej sekwencji CCA i bez wyróżniania nukleotydów podstawionych grupami metylowymi. Według Ruttera i współpracowników [18, 24] oraz Knappa i współautorów [16]

Najgłośniejszym echem odbiło się jednak wykrycie sekwencji interweniujących w genach kodujących białka. Zostały one wykryte niemal równocześnie w kilku różnych genach, w tym kodujących tak dobrze

poznane białka jak β -globina [14], owoalbumina [4, 7] czy immunoglobuliny [3] i w różnych organizmach zwierzęcych. Najbardziej charakterystycznym ich przykładem może być gen kodujący owoalbuminę kurzą. Posługując się owoalbuminowym mRNA jako matrycą dla syntezy komplementarnego DNA, Chambon i współpracownicy [4] stwierdzili, że powstały produkt różni się od DNA przypadającego na gen owoalbuminowy w genomie kurzym. Niektóre bowiem z enzymów restrykcyj-



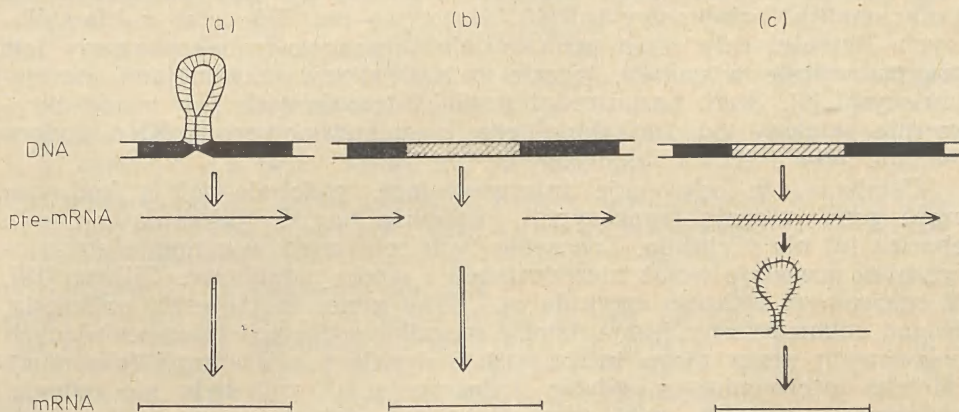
Rys. 3. Schemat uszeregowania sekwencji kodujących i interweniujących w niektórych genach nieciągłych. (a) Gen β -globinowy w genomie myszy [15, 23]. (b) Gen immunoglobulinowy w komórkach produkujących łańcuch λ_1 [2]. (c) Gen owoalbuminowy w genomie kurzym [8, 17]. (d) Gen wyznaczający 16 S mRNA wirusa SV40 [12]

nych, powodujących fragmentację genu owoalbuminowego, pozostawały bez wpływu na DNA będący wierną kopią owoalbuminowego mRNA. Oznacza to, że gen owoalbuminowy zawiera sekwencje nukleotydowe, których kopia nie jest odnajdywana w owoalbuminowym mRNA. Dalšie szczegółowe badania pozwoliły ustalić, że gen owoalbuminowy złożony jest co najmniej z ośmiu kolejnych odcinków DNA, poprzedzielanych sekwencjami interweniującymi różnej długości [5, 8, 9, 17, 25]. Sekwencje te, podobnie jak i regiony komplementarne do mRNA, należą w całości do unikalnych, a nie powtarzających się odcinków DNA [8, 9]. Schemat uszeregowania odcinków wyznaczających owoalbuminowy mRNA i przegradzających je sekwencji interweniujących, wraz z orientacyjną ich wielkością, przedstawiony jest na rys. 3, gdzie zamieszczono również podobne dane dla innych lepiej poznanych przykładów genów podzielonych. Dla uproszczenia schematu, za sekwencje „kodujące” przyjęto te odcinki DNA, które są komplementarne do funkcjonalnego mRNA (łącznie z segmentami nie ulegającymi translacji).

Podsumowując dotychczas ogłoszone dane na temat występowania sekwencji interweniujących w DNA genów eukariotycznych podkreślić należy, że ograniczają się one do nielicznych, lecz reprezentatywnych przykładów. Należą do nich tak geny wyznaczające rRNA i tRNA, jak i geny kodujące określone białka. Ich występowanie stwierdzono na przykładach różnych organizmów zwierzęcych, w tym ssaków, ptaków i owadów, w roślinach niższych, a także w niektórych wirusach zwierzęcych. Sądzić przeto należy, że sekwencje interweniujące występują powszechnie w genomie eukariotycznym i lista poznawanych ich przykładów będzie wydłużać się w miarę postępu badawczego. Negatywne wyniki poszukiwania sekwencji interweniujących w genach kodujących określone białka przyniosło jedynie sekwencjonowanie DNA genów histo-

nowych [20]. Podobne „geny w kawałkach” nie są natomiast zupełnie znane z występowania w genomie prokariotycznym bądź w wirusach bakteryjnych. Genom bakteryjny jest przy tym na tyle dobrze poznany, że możliwość wykrycia w nim dłuższych odcinków DNA typu sekwencji interweniujących również i w przyszłości wydaje się mało prawdopodobna. Toteż występowanie sekwencji interweniujących należy uznać za typowe dla genomu eukariotycznego.

Stwierdzenie występowania sekwencji interweniujących zrodziło natychmiast pytanie, jaka może być rola tych pozornie zbędnych odcinków DNA. Pierwszym krokiem do uzyskania odpowiedzi na tak postawione pytanie mogłoby być ustalenie czy sekwencje te ulegają transkrypcji. W tym też zakresie osiągnięto znaczny postęp. Powstały trzy różne hipotezy robocze [28], wyczerpujące każdy z teoretycznie możliwych wariantów transkrypcji mRNA z genów podzielonych: (a) polimeraza RNA omija w czasie transkrypcji sekwencje interweniujące tak, że bezpośredni produkt transkrypcji jest, co do wielkości, zbliżony do funkcjonalnego mRNA i nie zawiera w swym składzie sekwencji „zbędnych”; (b) każdy z odcinków podzielonego genu transkrybowany jest



Rys. 4. Schemat ilustrujący postulowane mechanizmy transkrypcji genów nieciągłych. (a) Polimeraza RNA omija sekwencje interweniujące; bezpośredni produkt transkrypcji jest zbliżony wielkością do funkcjonalnego mRNA. (b) Transkrypcja każdego z odcinków kodujących przebiega niezależnie; bezpośrednie produkty transkrypcji są następnie scalane. (c) Transkrypcji ulega cały rejon genu, łącznie z sekwencją interweniującą, która jest usuwana w trakcie dojrzewania mRNA. Opracowano na podstawie danych piśmiennictwa, cytowanych w tekście. Zmiany struktury drugorzędowej DNA (wariant a) i pre-mRNA (wariant c) są hipotetyczne. Schemat nie uwzględnia modyfikacji mRNA nie związanych z obecnością sekwencji interweniujących. Oznakowanie sekwencji kodujących i interweniujących — jak na rys. 3

niezależnie, a bezpośrednie produkty transkrypcji są następnie scalane, tworząc cząsteczkę funkcjonalnego mRNA; (c) cały rejon genu, łącznie z sekwencjami interweniującymi jest transkrybowany. Bezpośrednim produktem transkrypcji byłby wówczas pre-mRNA znacznie większy od funkcjonalnego mRNA i zawierający w swym składzie sekwencje „zbędne”, których usuwanie musiałoby przebiegać w trakcie wydarzeń potranskrypcyjnych, czyli tzw. dojrzewania (rys. 4).

Dotychczas, eksperymentalne potwierdzenie zyskała tylko trzecia z tych hipotez roboczych. Pierwszych danych przemawiających za transkrypcją całego genu, wraz z sekwencjami interweniującymi, dostarczyły badania nad ekspresją genów tRNA u drożdży. Mianowicie, Rutter i współpracownicy [18, 24] wykazali, że bezpośrednimi produktami transkrypcji dwu takich genów, fenyloalaninowego i tyrozynowego tRNA (patrz rys. 2), są odpowiednie pre-tRNA, z których każdy zawiera kopię sekwencji interweniującej w środkowej części łańcucha poliribonukleotydowego. Abelson i współpracownicy [16] wyizolowali także enzym, który usuwa sekwencję interweniującą i równocześnie scala powstałe „połowy” tRNA do cząsteczki odpowiadającej wielkością dojrzalemu tRNA. Wkrótce też uzyskano dowody przemawiające za podobną transkrypcją i dojrzewaniem mRNA. W szczególności, Kinniburgh i współautorzy [15] zidentyfikowali prekursor β -globinowego mRNA, który w swym 1700-nukleotydowym łańcuchu zawiera dwa odcinki interweniujące (ok. 130 i 780 nukleotydów), zlokalizowane wewnątrz sekwencji kodującej β -globinę i dzielące tę sekwencję na trzy fragmenty o różnej długości (155, 205 i 330 nukleotydów). W procesie dojrzewania, odcinki interweniujące są usuwane, tak by powstał ostatecznie funkcjonalny β -globinowy mRNA, złożony z ok. 700 reszt nukleotydowych. Również cały rejon genu owoalbuminowego transkrybowany jest przypuszczalnie w całości, łącznie ze wszystkimi sekwencjami interweniującymi [8]. Stąd, bezpośredni produkt transkrypcji jest ponad trzykrotnie większy od funkcjonalnego owoalbuminowego mRNA (odpowiednio 7000 i 1859 nukleotydów).

Ustalenie, że sekwencje interweniujące, podobnie jak i kodująca część genu, ulegają transkrypcji, przybliży nas do poznania ich roli, chociaż jej nie wyjaśnia. Znaczenie tych sekwencji w genomie eukariotycznym pozostaje wciąż niezrozumiałe i wręcz zagadkowe. Gilbert [10], w ogłoszonym ostatnio artykule pt. „Why genes in pieces?”, podkreśla, że gen eukariotyczny jest w istocie mozaiką sekwencji interweniujących (nazwanych przez niego intronami) i ulegających ekspresji (eksonów). Odcinki interweniujące, gdyby wyjaśnienie ich roli było nie odległe, wyczerpują znaczną część sekwencji DNA dotychczas w ogóle niezidentyfikowanych i tworzących nadmiar sekwencji unikalnych w stosunku do potrzeb jakie stwarza kodowanie wszystkich białek w komórce. Pojawienie się sekwencji interweniujących w genomie, zdaniem Gilberta, zwiększyło konkurencyjność posiadających je organizmów w ewolucji światażywionego. Z drugiej jednak strony, trudno jest sobie wyobrazić w jaki sposób ewolucja genomu prokariotycznego, wolnego od sekwencji interweniujących, mogła doprowadzić do powstania genomu eukariotycznego, zawierającego te sekwencje. Być może, odrębność eukariontów i prokariotów sięga jeszcze głębszej przeszłości ewolucji świata organicznego niż się powszechnie sądzi. Wykrycie sekwencji interweniujących pociąga za sobą także potrzebę uściślenia definicji genu, przynajmniej w zastosowaniu do ustroju eukariotycznego. Uściślenia te powinny ustalać, czy np. za gen owoalbuminowy będziemy uważać cały region makrocząsteczki DNA zawierający sekwencje kodujące i przegradzające je sekwencje interweniujące, czy też jedynie sumę odcinków kodujących.

Jak dotychczas, wykrycie sekwencji interweniujących przyniosło więcej pytań niż odpowiedzi dotyczących organizacji strukturalnej genomu eukariotycznego. Nie należy się jednak dziwić takiej sytuacji,

gdyż jest to odkrycie nowe i nieoczekiwane. Pozwoliło ono rozpoznać jedynie niektóre szczegóły budowy genu, podczas gdy integrująca funkcja, jaką zapewne pełni olbrzymia makrocząsteczka DNA w procesie ekspresji genów, pozostaje nadal nieznana. Nauka jest widocznie zaledwie u progu poznania struktury i zasad funkcjonowania genomu eukariotycznego, w sytuacji przypominającej człowieka, który przegląda nuty utworu muzycznego, ale nie słyszy symfonii.

LITERATURA

- [1] Belozersky A. N., Spirin A. S. — *Nature* 182, 111—114, 1958.
- [2] Brack C., Hiram M., Lenhard-Schuller R., Tonegawa S. — *Cell* 15, 1—14, 1978.
- [3] Brack C., Tonegawa S. — *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 74, 5652—5656, 1977.
- [4] Breathnach R., Mandel J. L., Chambon P. — *Nature* 270, 314—319, 1977.
- [5] Catterall J. F., O'Malley B. W., Robertson M. A., Staden R., Tanaka Y., Brownlee G. G. — *Nature* 275, 510—513, 1978.
- [6] Chargaff E. — *Experientia* 6, 201—209, 1950.
- [7] Doel M. T., Houghton M., Cook E. A., Carey N. H. — *Nucleic Acids Res.* — 4, 3701—3713, 1977.
- [8] Dugańczyk A., Woo S. L. P., Lai E. C., Mace M. L., McReynolds L., O'Malley B. W. — *Nature* 274, 328—333, 1978.
- [9] Garapin A. C., Lepennec J. P., Roskam W., Perrin F., Cami B., Krust A., Breathnach R., Chambon P., Kourilsky P. — *Nature* 273, 349—354, 1978.
- [10] Gilbert W. — *Nature* 271, 501, 1978.
- [11] Glower D. M., Hogness D. S. — *Cell* 10, 167—176, 1977.
- [12] Haegeman G., Fiers W. — *Nature* 273, 70—73, 1978.
- [13] Jacob F., Monod J. — *J. Mol. Biol.* 3, 318—356, 1961.
- [14] Jeffreys A. J., Flavell R. A. — *Cell* 12, 1097—1108, 1977.
- [15] Kinniburgh A. J., Mertz J. E., Ross J. — *Cell* 14, 681—693, 1978.
- [16] Knapp G., Beckmann J. S., Johnson P. F., Furhman S. A., Abelson J. — *Cell* 14, 221—236, 1978.
- [17] Mandel J. L., Breathnach R., Gerlinger P., Le Meur M., Gannon F., Chambon P. — *Cell* 14, 641—653, 1978.
- [18] O'Farrell P. Z., Cordell B., Valenzuela P., Rutter W. J., Goodman H. M. — *Nature* 274, 438—445, 1978.
- [19] Pellegrini M., Manning J., Davidson N. *Cell* 10, 213—224, 1977.
- [20] Schaffner W., Kunz G., Daetwyler H., Telford J., Smith H. O., Birnstiel M. L. — *Cell* 14, 655—671, 1978.
- [21] Smith D. B., Flavell R. B. — *Biochem. Gen.* 12, 243—256, 1974.
- [22] Szala S. — *Genom organizmów zwierzęcych. Struktura i transkrypcja*, red. M. Choraży, Monografie Biochemiczne, nr 30, s. 57—76, PWN, Warszawa 1978.
- [23] Tilghman S. M., Tiemeier D. C., Seidman J. G., Peterlin B. M., Sullivan M., Maizel J. V., Leder P. — *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75, 725—729, 1978.

- [24] Valenzuela P., Venegas A., Weinberg F., Bishop R., Rutter W. — *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75, 190—194, 1978.
- [25] Weinstock R., Sweet R., Weiss M., Cedar H., Axel R. — *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75, 1299—1303, 1978.
- [26] Wellauer P. K., David J. B. — *Cell* 10, 193—212, 1977.
- [27] Wellauer P. K., David J. B., Tartof K. D. — *Cell* 14, 269—278, 1978.
- [28] Williamson B., — *Nature* 270, 295—297, 1977.

PRZEGLĄD AKTUALNYCH PROBLEMÓW BIOLOGII DRZEW

W krajach w których istnieją jeszcze wielkie powierzchnie leśne jak w Kanadzie, USA i ZSRR, oraz tam, gdzie zostały one znacznie zmniejszone przez gospodarkę człowieka a nawet w obszarach pustynno-stepowych coraz bardziej jest doceniana rola drzew w krajobrazie. W związku z tym wzrasta znaczenie badań biologicznych roślin drzewiastych, dla zwiększenia możliwości ich uprawy, w szczególności w warunkach oddziaływania presji gospodarczej człowieka.

Badania podstawowe, ze względu na długowieczność drzew powinny być planowane nie tylko dla bieżących, ale też i przyszłych potrzeb ich uprawy. Ze zrozumiałych względów są niestety długotrwałe. Musimy przeto pamiętać, że drzewa które obecnie sadzimy dojdą za kilkadziesiąt lat do okresu ich użyteczności.

Należy też mieć na uwadze, że czynniki ekologiczne w środowisku zmieniają się stosunkowo szybko pod wpływem presji człowieka regulującego już na wielkich obszarach stosunki wodne, składniki gazów w atmosferze, pokrywą szaty roślinnej. Udoskonalają się też metody uprawy roślin drzewiastych w związku z rozwojem mechanizacji i zwiększającej się roli roślin drzewiastych w środowisku człowieka i ich znaczeniu w produkcji surowców. Z tych powodów powinno się wcześniej nagromadzić pokaźny zasób informacji dotyczących biologii roślin drzewiastych, by w miarę występujących trudności w ich uprawie móc czerpać wiadomości o środkach zaradczych.

Wielką rolę w badaniach biologicznych roślin drzewiastych odgrywają na świecie instytucje o podobnym profilu badawczym jaki ma Instytut Dendrologii PAN. Dlatego też chciałbym przedstawić w tym artykule niektóre kierunki rozwojowe badań biologicznych drzew aktualnych obecnie i na ich tle scharakteryzować rozwój badań w tym zakresie w Instytucie Dendrologii.

PROBLEMY FIZJOLOGII

Ze względu na duże rozmiary i długi okres rozwoju osobniczego drzewa, jako przedmiot badań, dostarczają fizjologii roślin szereg specjalnych problemów. Problemem technicznym są duże wymiary obiektu, natomiast problemem biologicznym jest długotrwałość i okresowy rozwój osobniczy. Fizjolog zajmujący się podstawowymi problemami biologii roślin rzadko stosuje drzewa jako materiał badawczy. Zasadnicze prawidłowości biologiczne na poziomie molekularnym są identyczne zarówno dla organizmów jednokomórkowych, jak wysoko rozwiniętych organizmów roślinnych.

Jest rzeczą oczywistą, że w przypadku studiów nad mechanizmem fotosyntezy dogodne są glony lub inne małe rośliny lub nawet ich wyodrębnione fragmenty, natomiast wydajność fotosyntezy zwłaszcza w warunkach różnych stresów ekologicznych (jak susza, skrajne temperatury, choroby powodowane przez mikroorganizmy) lub w warunkach środowiska skażonego — wzbudza szczególne zainteresowanie fizjologii drzew. Fizjologia stanów stresowych jest dzisiaj zagadnieniem szczególnie ważnym w szybko zmieniających się warunkach środowiska. Stresy ekologiczne zarówno te naturalne, jak spowodowane przemysłową działalnością człowieka są czynnikami określającymi gatunkowe rozmieszczenie i produktywność roślin na ziemi. Skutki tych stresów wpływają na poziom zbiorów żywności i zasobów leśnych, w konsekwencji na konsumpcję i zdrowie społeczeństw. Należy pamiętać, że fatalne skutki stresów dla długowiecznych drzew a zwłaszcza dla zespołów leśnych są bardziej dotkliwe niż w przypadku roślin jednorocznych. Fizjologiczne podstawy selekcji osobników odpornych i ich odpowiednia uprawa w oparciu o znajomość mechanizmów odpornościowych może wybitnie przyczynić się do złagodzenia skutków wspomnianych stresów.

Wpływem stresów na metabolizm roślin interesuje się obecnie coraz więcej fizjologów. Najbardziej rozbudowane z nich są badania skutków zmian w środowisku jakie zostały spowodowane gospodarczą działalnością człowieka na rośliny drzewiaste. Szczególnie interesujące są badania wpływu szkodliwych emisji gazowych i pyłowych na szatę roślinną i rośliny uprawne, które ograniczają w wysokim stopniu ich produktywność. Badania te wiążą się też z konieczności z selekcją i hodowlą roślin drzewiastych bardziej tolerancyjnych na te wpływy co dla ochrony szaty roślinnej i roślin uprawnych ma decydujące znaczenie. Prace te zdążają do znalezienia testów szybkiej selekcji roślin charakteryzujących się większą tolerancją na trujące oddziaływanie emisji.

Badania te są szczególnie rozwijane w krajach o silnie rozwiniętym przemyśle ciężkim, gdzie niebezpieczeństwo oddziaływania szkodliwych emisji występuje jak najbardziej bezpośrednio, a ochrona przed jego skutkami interesuje przede wszystkim rolników, ogrodników i leśników. Studiowane są też mechanizmy dzięki którym rośliny mają większą tolerancję na szkodliwe oddziaływanie emisji przemysłowych. Zwraca się uwagę na poszukiwanie testów fizjologicznych, biochemicznych, jak też morfologicznych, które ułatwiłyby selekcję roślin mniej wrażliwych na wpływy emisji przemysłowych. Ustala się też zmiany w ultrastrukturze komórek roślin będących pod wpływem oddziaływania szkodliwych emisji jak też bada się rozmieszczenie tych substancji w organizmie rośliny. Dużą rolę przypisuje się obecnie roli membran w regulacji wrażliwości roślin na działanie szkodliwych emisji.

Wiele uwagi poświęca się też w wielu krajach badaniom mechanizmów odporności roślin na działanie niskich temperatur. Prace w tym zakresie koncentrują się na hodowli roślin uprawnych znoszących niskie temperatury, następnie bada się procesy przechłodzenia i tolerancji roślin na odwodnienie w czasie zamrażania wreszcie unikanie zamrażania w przestrzeniach międzykomórkowych.

Znaczną uwagę poświęcają fizjologowie badaniom mechanizmów wytrzymałości roślin drzewiastych na suszę, szczególnie w tych obszarach świata, w których istnieją niedostatki wody. Do najbardziej interesujących zagadnień w tym zakresie zalicza się zależności między deficytem wody a wzrostem wydłużeniowym, przyrostem na grubość drzew jak

też wzrostem korzeni. Duże znaczenie poznawcze w zakresie tego zagadnienia mają badania dotyczące aktywności merystemów i formowaniem się drewna. Badane są też zależności między brakiem wody a reprodukcyjną zdolnością roślin.

Podobnie jak w przypadku mechanizmów fotosyntetycznych, także podstawowe problemy mineralnego żywienia i biologiczne funkcje poszczególnych elementów mineralnych rzadko stanowią przedmiot zainteresowań fizjologii drzew, chociaż wzrasta znaczenie tego problemu w tzw. ogólnej fizjologii roślin (bioenergetyczne problemy transportu błonowego i translokacje na długich dystansach). Natomiast zapotrzebowanie i zaopatrywanie się w substancje mineralne jest silnie zróżnicowane. Prowadząc hodowlę i selekcję nie można obejść się bez dokładnej analizy zapotrzebowania i wykorzystywania poszczególnych elementów przez nowe odmiany drzew. Aktywne pobieranie i transport elementów może być za pomocą katalizy enzymatycznej potęgowane i wydaje się, że studia porównawcze nad dynamiką tych procesów u roślin o różnym tempie wzrostu może przynieść pożyteczne wskazówki teoretyczne w jakim kierunku skierować zabiegi praktyczne. Jak się wydaje mikroflora epifityczna i symbiotyczna korzeni mogą wybitnie modyfikować pobieranie substancji z gleby poprzez aktywizację enzymów rośliny-gospodarza. W przypadku drzew na czoło wysuwa się raczej zagadnienie związane z tolerancją na gleby skażone, które w przypadku zwiększenia się zawartości metali ciężkich w glebie, oraz oddziaływania „kwaśnego deszczu” jest jeszcze słabo poznane.

Jakkolwiek wiele roślin tworzy mikoryzę to symbioza ta ma dla drzew szczególne znaczenie ekologiczne, często decydujące o przetrwaniu danego gatunku. Szczególnie interesujący jest przypadek nitryfikacji azotu atmosferycznego przez mikroorganizmy żyjące w symbiozie z korzeniami olszy. Być może szczegółowe zbadanie fizjologii i biochemii tego układu pomoże do spodziewanej transformacji genetycznej mikrobów zdolnych do nitryfikacji azotu w symbiozie z innymi gatunkami drzew. Aktywność mikrobów epifitycznych nie tylko na korzeniach, ale wszystkich innych organach drzew śledzi się obecnie w celu wykrycia ich funkcji w odporności nie tylko na choroby grzybowe i bakteryjne, ale także i na inne stresy.

Badania współzależności układów pasożyt—żywiciel — są zainteresowani specjaliści w zakresie różnych nauk przyrodniczych a wyniki ich prac mają wpływ na różne dziedziny gospodarki narodowej głównie w produkcji żywności i uprawach roślin drzewiastych.

W badaniach mechanizmów biologicznych regulujących układ pasożyt—żywiciel, zwraca się przede wszystkim uwagę na genetyczne zależności tych układów. Również fizjologiczne i ekologiczne mechanizmy antagonistycznego i synergistycznego oddziaływania na siebie tych organizmów budzą coraz większe zainteresowanie. Wynika to z coraz większego niebezpieczeństwa rozszerzania się szkodników i chorób roślin użytkowych oraz stosowania dla ich zwalczania fungicydów i insektycydów.

Badania w tym zakresie skierowano z jednej strony dla ustalenia genetycznej odporności gospodarza na patogena jak też w celu analizy i jego fizjologicznej specjalizacji. Ilościowe różnicowanie patogeniczności, wynikające z zakresu zmienności cech żywiciela i patogena są też przedmiotem coraz szerzej zakrojonych prac. W badaniach roli saprofitycznych, epifitycznych i symbiotycznych mikroorganizmów układu ży-

wiciel—patogen czynione są liczne próby wyjaśnienia fizjologicznych mechanizmów umożliwiających penetrację patogena w tkankach roślinnych jak też mechanizmy umożliwiające ich rozwój w tkankach żywiciela.

W centrum uwagi fizjologii, dzięki ich potencjalnie wszechstronnemu znaczeniu w produkcji roślinnej znajdują się badania wzrostu i korelacji wzrostowych i rozwojowych. Ośrodkiem zainteresowania są tutaj głównie naturalne regulatory wzrostu, zwłaszcza fitohormony, które sterują całokształtem metabolizmu rośliny. Ani duże rozmiary drzew ani ich długowieczność nie stanowią przeszkody dla podejmowania doświadczeń w tym zakresie, bywa bowiem tak, że zarówno zdecydowane oddzielenie poszczególnych organów drzewa w przestrzeni a zjawisk rozwojowych w czasie wpływa dodatnio na przejrzystość założeń doświadczalnych. Fitohormony wytwarzane są bowiem w jednym z organów, przemieszczane następnie do innych organów rośliny, gdzie oddziałują na procesy metaboliczne i związaną z tym zwykle organogenezą. Częściowe poznanie funkcji naturalnych regulatorów wzrostu pozwoliło na zastosowanie ich syntetycznych analogów za pomocą których można było uzyskać pożądane tempo wzrostu, ukorzenienie sadzonek, indukcję kwiatów, owoce partenokarpiczne, desykację i defoliację i wiele innych ekonomicznie cennych efektów. Badania nad metabolizmem i funkcją naturalnych i syntetycznych regulatorów wzrostu są obecnie i pozostaną w najbliższej przyszłości w centrum uwagi fizjologii dzięki ich potencjalnie wszechstronnemu znaczeniu w produkcji roślinnej.

Badania fizjologicznych mechanizmów regulujących spoczynek nasion i poznanie warunków ich długotrwałego przechowywania są szczególnie silnie rozbudowane. Najistotniejsze problemy badawcze w tym zakresie koncentrują się na studiowaniu mechanizmów termicznych jak też i biochemicznych od których są uzależnione procesy skrócenia lub przedłużenia okresu kielkowania w warunkach kontrolowanych jak też zachodzących na otwartym powietrzu. W związku ze znaczną mechanizacją techniki szkółkarskiej rozwinęły się badania nad biologią kielkowania nasion w zakres których wchodziłyby studia warunków cieplnych, świetlnych i wilgotnościowych.

Procesy starzenia się i przechowywania nasion są również coraz bardziej rozbudowywane dla poznania mechanizmów fizjologicznych regulujących ich spoczynek. Wreszcie prace nad uszkodzeniami biogenetycznymi związane z przechowywaniem nasion i jakością wyrastających z nich roślin stają się bardzo interesującym zagadnieniem w związku z rozwojem techniki chłodniczej w przechowywaniu nasion.

Następnym zagadnieniem z zakresu biologii drzew jakim interesuje się pokaźna grupa fizjologów drzew należy indukowanie kwitnienia niektórych gatunków drzew leśnych. Zalicza się do nich wyjaśnienie na czym polega przejście od stanu juwenialnego do generatywnego. Mechanizmy biologiczne tego procesu nie są jasne. Badane są też czynniki wpływające na liczbę kwiatów oraz biochemiczne mechanizmy dyferencjacji płci kwiatów i ich ilości u roślin jednopiennych, ale rozdzielnościowych. Badania zmierzają też do wyjaśnienia zjawiska wyczerpania metabolicznego (przemienność owocowania, lata urodzaju, wpływ jednego plonu na następny). Bada się też rolę w tych procesach wewnętrznych reakcji hormonalnych (giberelin, auksyn, inhibitorów ewentualnie florigenu), znaczenie fizycznych bodźców jak temperatury, światła i stopnia nawodnienia tkanek.

TEMATYKA BADAŃ FIZJOLOGICZNYCH W INSTYTUCIE DENDROLOGII

Następnie chciałbym pokrótce omówić kierunki badań fizjologicznych jakie są prowadzone w tutejszym Instytucie.

W Zakładzie Fizjologii prowadzone są obecnie badania nad biochemicznymi i fizjologicznymi czynnikami regulującymi wzrost i rozwój roślin drzewiastych. Przedmiotem badań są fitohormony i ich rola w korelacjach wzrostowych między poszczególnymi organami np. kształtowanie pokroju pędu, produktywność masy drzewnej, starzenie się liści i regeneracja organów. Ponieważ okazało się, że liczne mikroorganizmy żyjące w glebie, na powierzchni korzeni i na częściach nadziemnych drzew mogą wytwarzać hormony właściwe roślinom wyższym, podjęto przeto badania nad fizjologiczną funkcją tych substancji czynnych pochodzących od mikrobów. W związku z tym badane są biochemiczne aspekty symbiozy mikoryzowej, która zapewnia drzewom rosnącym na ubogich glebach leśnych lepsze wykorzystanie zasobów mineralnych podłoża. Badane są również biochemiczne aspekty odporności drzew na mikroorganizmy patogeniczne, oraz anomalia wzrostowe powodowane przez substancje czynne wydzielane przez mikroby.

Konieczność produkowania na plantacjach nasiennych nasion drzew iglastych, o wyższych wartościach użytkowo-hodowlanych spowodowała potrzebę rozwinięcia w Instytucie Dendrologii badań z zakresu biologii kwitnienia.

Badania w tej dziedzinie rozwijają się w Instytucie Dendrologii dla ustalenia terminów zawiązywania kwiatów męskich i żeńskich u świerka pospolitego i sosny zwyczajnej na plantacji nasiennej. Wpływa się na ten proces wykorzystując dla tych celów mieszaninę giberelin GA 4/7 i chlorku chlorocholiny (CCC) i kwasu giberylinowego (GA₃) z CCC. Dla wywoływania procesu zawiązywania się kwiatów wykorzystywane są też oddziaływania impulsów świetlnych przy użyciu „światłowodów” oraz zmian wywoływanych w potencjałach elektrycznych.

Badania roli regulatorów wzrostu w nasionach roślin drzewiastych prowadzi się w Pracowni Biologii Nasion Instytutu Dendrologii. Dzięki tym badaniom przedłużono okres przechowywania nasion czereśni do 9 lat, bukwii przez okres 4 zim a żołędzi dębu szypułkowego też przez 4 zimy.

W badaniach nad spoczynkiem nasion zajęto się również analizowaniem przebiegu syntezy białek w osiach zarodkowych przechowywanych żołędzi dębu szypułkowego. Intensywność syntezy białek okazała się być dobrym biochemicznym wskaźnikiem ich żywotności określonej zdolnością wzrostu korzeni epikotyli. Do bardzo istotnych wyników badań nad spoczynkiem nasion było wykazanie możliwości jego przerwania w momencie ujawnienia się pierwszych w nasionach badanej próby całkowitej ich gotowości do kiełkowania. Po ponownym odwodnieniu i zadziałaniu odpowiednią temperaturą, spoczynek pozostałych nasion ustępuje prawie natychmiast.

Gatunki drzew i krzewów mają swoiste właściwości w zakresie warunków ustępowania spoczynku nasion. Na ten temat mamy bardzo skromne informacje. Dlatego też podjęte zostały w pracowni biologii nasion systematyczne badania dla ustalenia warunków cieplnych ustępowania spoczynku nasion różnych drzew i krzewów, jak też warunkujące rozwój i kiełkowanie zarodków.

PROBLEMY GENETYKI I HODOWLI

Największe zainteresowanie placówek zajmujących się genetyką roślin drzewiastych przeznacza się nadal zmienności genetycznej populacji w obrębie ciągłego i zwartego jak też i dysjunktywnego zasięgu gatunku. Ten kierunek badań wiąże się od dawna z poszukiwaniem populacji odznaczających się cechami mającymi znaczenie dla uprawy tych roślin, jak wysoka produkcja drewna, odporność na choroby, tolerancja na emisje przemysłowe niskie temperatury w obrębie rodzimych i niektórych obcych gatunków drzew i krzewów. Często badania dotyczące produkcji masy drzewnej mają charakter międzynarodowy, szczególnie wtedy gdy dotyczą one gatunków drzew o rozległych zasięgach jak w przypadku sosny zwyczajnej i sosny czarnej z Eurazji a daglezi zielonej z USA i Kanady. W celu zwiększenia produkcji drewna jak też utrwalenia w potomstwie innych cech ważnych gospodarczo podjęto badania możliwości wykorzystania krzyżówek odległych geograficznie proveniencji.

Coraz powszechniej wykorzystuje się plantacje nasion dla podniesienia produktywności drewna oraz otrzymania potomstwa odpornego na niektóre groźne choroby i tolerancyjnego na emisje przemysłowe. Kontynuowanie tego kierunku hodowli drzew zainicjowało rozwój badań podstawowych dotyczących znalezienia najprostszycch metod i najszybszej drogi do osiągnięcia efektów hodowlanych, teorii hodowlanej, testów wczesnych i metod sprawdzania potomstwa.

Aktualne problemy współczesnej hodowli drzew muszą znacznie wyprzedzać jej bieżące potrzeby. Jak najwcześniejsze przystąpienie do tych prac decydować będzie o prawidłowym wykorzystaniu plantacji nasienych dla potrzeb uprawy drzew.

Rozwijają się również badania dotyczące utrwalania pożądanych cech poligenicznych w potomstwie. Nie jest bowiem wiadome jak uwzględnić w programach hodowlanych drzew dane o dziedziczności i wartości ekonomicznej różnych cech ważnych dla potrzeb gospodarczych. Zagadnieniem oczekującym na rozwiązanie jest też ustalenie metodyki w zakresie hodowli wieloczynnikowej, polegającej na znalezieniu zależności między liczbą celów hodowli a jej skutecznością.

Przedmiotem dużego zainteresowania są starania jak wbudować genetyczną plastyczność naturalnych populacji drzew w pulę genów populacji drzew uprawianych, czyli w jaki sposób zredukować interakcję genotypu ze środowiskiem. Coraz bardziej rozpowszechnione stają się badania mające na celu znalezienie najbardziej przydatnych metod zachowania plazmy zarodkowej pojedynczych genotypów ekotypów i drzewostanów nasiennych.

Obecnie najbardziej intensywnie rozwijają się badania w zakresie genetyki biochemicznej, aby za jej pomocą analizować mechanizmy genetyczne działające w populacjach których uprzednio stosowanymi metodami nie można było podejmować. Genetyka biochemiczna przeżywa aktualnie najbujniejszy rozkwit, szczególnie w zakresie enzymologii. Opracowanie nowych, prostych metod badań pozwoliło na zastosowanie ich w genetyce drzew. W zależności od przedmiotu badań główne kierunki w genetyce biochemicznej można podzielić na 4 grupy badań: 1 — analiza monoterpenuw w populacjach drzew; 2 — analiza struktury populacji za pomocą izoenzymów; 3 — poszukiwania markerów odporności drzew na choroby głównie badając polifenole; 4 — badanie innych sub-

stancji w celu znalezienia genetycznych różnic wewnątrz i międzypopulacjami.

W zależności od kierunku poszukiwań można wyodrębnić następujące aktualne problemy badań: 1 — analiza struktury populacji w celu poznania zakresu zmienności gatunku; 2 — analizy przepływu genów między populacjami; 3 — badanie zmian zachodzących w populacji pod wpływem czynników antropogenicznych, prowadzących do erozji genów z populacji; 4 — analiza genetyczna izoenzymów u pojedynczych osobników, zmierzająca ku określeniu możliwie szerokiego spektrum genotypu dla potrzeb hodowli i selekcji drzew bardziej opornych na zanieczyszczenia środowiska; 5 — analiza genotypu pojedynczych osobników dla potrzeb określenia: a) zasięgu migracji pyłków, b) stopnia samopylności drzew u gatunków wiatropylnych, c) stopnia samoniezdgodności przy krzyżowaniu wewnątrzgatunkowym, d) znalezienie markerów genetycznych cech ważnych gospodarczo.

Bardzo istotną jest potrzeba badań dla poznania częstości genów w populacjach drzew leśnych. Nie znamy bowiem rzeczywistych rozmiarów populacji, ani ich struktury. Nie podjęto dotychczas badań w zakresie, który można by nazwać „topografią genetyczną”. Pod pojęciem tym rozumiemy badania nie tylko nad częstością genów w populacji, ale także nad rozmieszczeniem przestrzenno-czasowym genotypów w populacji. Nie znane są także u drzew związki między cechami wielogenowymi a enzymami. Badania w tym zakresie wydają się w przyszłości bardzo ważne.

Zarysowuje się też kierunek badań mających na celu poszukiwanie korelacji w patologii drzew np. w pracach nad groźnymi chorobami drzew a składem polifenoli osobników wrażliwych i odpornych. Sądzę, że obok badań stopnia wrażliwości drzew na biotyczne i abiotyczne czynniki, wykorzystuje się analizę enzymów dla określenia najlepszych indykatorów zanieczyszczenia środowiska przez emisję przemysłowe.

Prócz wymienionych kierunków badań mniej lub więcej utylitarnych badania izoenzymów prowadzi się także w pracach teoretycznych nad ewolucją organizmów, w badaniach nad delecjami w chromosomach, a także nad analizą systemów kojarzenia oraz ich międzypopulacyjną zmiennością.

Powszechnie wykorzystuje się obecnie w hodowli i genetyce roślin dla potrzeb badawczych i praktycznych kultury tkankowe. Wykorzystanie tych metod ma szczególne znaczenie w przypadku badań organizmów długowiecznych, których cykle między generacjami trwają od 15—20 lat. Rozmnażanie tą metodą roślin drzewiastych daje możliwość wytworzenia dużej liczby osobników o jednakowym genotypie. W ten sposób możemy szybko tworzyć klony osobników dla dalszych badań lub ich uprawy.

Za pomocą kultur tkankowych możemy też pomnażać osobniki haploidalne lub poliploidy, które zaczynają być coraz częściej wykorzystywane we współczesnej hodowli drzew i krzewów, odznaczających się wzmożonym wzrostem.

Nowe metody badawcze stosowane w inżynierii genetycznej dają możliwość wykorzystania kultur tkankowych dla potrzeb genetyki roślin drzewiastych. Wreszcie kultury tkankowe są coraz częściej stosowane do prac mających na celu zrozumienie fizjologicznych mechanizmów oddziaływania różnych czynników zewnętrznych na organizm rośliny np.

w zakresie odporności roślin na choroby, czy też tolerancji na niskie temperatury i emisje przemysłowe.

Czynione są też ostatnio próby wykorzystania hybrydyzacji kwasów nukleinowych DNA i RNA dla prognozowania możliwości tworzenia mieszańców międzygatunkowych. Badania te dostarczają informacji o organizacji genomu, replikacji DNA, specyfiki sekwencji i wyjaśnienia różnicowania gatunku na poziomie molekularnym.

PRACE W ZAKRESIE GENETYKI I HODOWLI W INSTYTUCIE DENDROLOGII

W Instytucie Dendrologii prowadzone są badania obejmujące tylko część omówionej problematyki. Do najważniejszych prac w tym zakresie należałoby zaliczyć następujące:

1. Badania struktury genetycznej sosny zwyczajnej z obszaru Polski i kilku stanowisk z terenów ZSRR, NRF, NRD, Węgier i Turcji. Stosując elektroforetyczny rozdział białek na żelu skrobiowym badano izoenzymy w gametofitach żeńskich pochodzących z tych proveniencji. Dla wielu populacji sosen zwyczajnych obliczono ich strukturę genetyczną podając częstość występowania genów i genotypów a także obliczając heterozygotyczność wewnątrz populacji oraz dystans między populacjami. Na razie wykorzystuje się do tych badań leucyloamino-peptydazę (LAP) kwaśną fosfatazę (APh), katalazę (C), peroksydazę (P), esterazę (Est).

Prowadzi się też badania nad zmianami zachodzącymi w populacjach roślin drzewiastych pod wpływem emisji przemysłowych z myślą o możliwości wykorzystania tych danych dla potrzeb ochrony środowiska i znalezienia różnic genetycznych między populacjami sosny zwyczajnej znajdujących się pod wpływem oddziaływania przemysłu i drzewostanami znajdującymi się w znacznej odległości od okręgów przemysłowych. Badano w tych populacjach polimorfizm genetyczny, katalazy i kwaśnej fosfatazy.

Analiza doświadczeń proveniencyjnych zarówno krajowych, jak i zagranicznych pozwala na wybranie wśród polskich ras drzew tych, które charakteryzują się największą plastycznością genetyczną (o małej interakcji genotyp $\times$ środowisko), a zarazem dużym potencjałem wzrostowym. Przygotowuje się materiał dla badania walorów populacji powstałych ze skrzyżowania różnych odległych a plastycznych populacji. Chodzi tu o poznanie mechanizmu dziedziczenia plastyczności. Zakłada się powierzchnie doświadczalne z potomstwa z wolnego zapyleńia (half-sibs) drzew mając na celu ustalenie relatywnej odziedziczalności różnych cech oraz ogólnej zdolności łączeniowej poszczególnych wybranych drzew matecznych. Prace te pozwolą również na ustalenie względnej wielkości zmienności genetycznej wewnątrz rodowej, między rodami, między populacjami jednego regionu i między regionami, dla ustalenia interakcji genotypu ze środowiskiem.

2. Krzyżówki kontrolowane na plantacjach nasiennych prowadzi się na modrzewiu i sośnie. Celem ich jest poznanie ogólnej i specyficznej zdolności łączeniowej poszczególnych drzew doborowych. Podjęto też hodowlę krzewów ozdobnych dla uprawy w większych miastach w których tereny zielone znajdują się pod dużą presją człowieka.

INTRODUKCJA I AKLIMATYZACJA

Problematyka z zakresu tych dziedzin dendrologii jest na ogół znana i posiada w Polsce długą tradycję. Arboreta spełniają przede wszystkim doniosłą rolę w popularyzacji wiedzy o roślinach drzewiastych, ich wymaganiach, uprawie i wykorzystaniu.

Do kolekcji roślin Arboretów sprowadza się drzewa i krzewy z różnych części świata w celu obserwacji ich możliwości aklimatyzacji. Po stwierdzeniu ich możliwości uprawy próbuje się je wykorzystać do różnych potrzeb gospodarczych jak w zieleni osiedlowej, w architekturze miast, kształtowaniu krajobrazu przemysłowego, rekultywacji nieużytków itp.

Prace badawcze prowadzone w Arboretach wiążą się ściśle z introdukcją i aklimatyzacją drzew i krzewów. Obserwuje się więc, związane z ich rozwojem formy reakcji tych roślin na: istniejące warunki klimatyczne i glebowe, na warunki pogody za pomocą metod fenologicznych, bada się odporność na patogeny i szkodniki.

W ostatnich czasach Arboreta zaczęły odgrywać coraz bardziej doniosłą rolę w ochronie i gromadzeniu zasobów genowych. Bardzo ważna tematyka badawcza rozwijana w Arboretach dotyczy hodowli nowych odmian drzew i krzewów dla różnych potrzeb użytkowych, dla celów ozdobnych, dla upraw zadrzewień śródpolnych, pasów zieleni ochronnej itp. Opracowuje się też metody rozmnażania i uprawy drzew i krzewów.

WŁASNA PROBLEMATYKA BADAWCZA

Każde Arboretum posiada też swoistą problematykę, która jest bardzo zróżnicowana i zależy od potrzeb ośrodka badawczego. Arboretum Kórnickie odgrywa doniosłą rolę w Polsce w zakresie wymienionych zagadnień badawczych. Posiada najbogatsze w Polsce kolekcje drzew i krzewów, których stopień przystosowania do warunków klimatycznych został dobrze przestudiowany. Dzięki temu było możliwe wykorzystanie wielu drzew i krzewów dla rekultywacji hałd, popiołów energetycznych i terenów zniszczonych emisjami SO_2 i HF.

Arboretum Kórnickie rozpowszechniło w uprawie odmiany topoli i liczne ozdobne drzewa i krzewy.

Hoduje się też w Kórniku krzewy ozdobne lilaków, forsycji, jaśminowców, jabłoni ozdobnych. Prowadzone są też badania sposobów rozmnażania wegetatywnego o charakterze poznawczym i praktycznym.

SYSTEMATYKA I GEOGRAFIA

Badania z zakresu systematyki i geografii drzew i krzewów znajdują szczególnie korzystne warunki rozwoju w Instytucie Dendrologii. Nie jest to odosobniony przypadek, że przy arboretach powstają bardzo korzystne warunki dla rozwoju badań florystycznych, systematycznych jak też taksonomicznych i chorologicznych, rodzimej i obcej dendroflory. Wystarczy wspomnieć o przykładach zaczerpniętych z organizacji tych badań w takich ośrodkach jak National Arboretum, w USA, Arnold Arboretum USA, Arboretum w Jalcie na Krymie.

We współpracy z innymi dziedzinami nauk biologicznych jakie rozwijane są w placówce dendrologicznej badania systematyczne i choro-

logiczne roślin drzewiastych mają bardziej korzystne warunki rozwoju jak w instytutach ogólnobotanicznych. Dowiodły tego również osiągnięcia, jak też ogólne ich uznanie. Badania te przyczyniły się również do uznania Instytutu Dendrologii jako dobrego, specjalistycznego ośrodka badań systematycznych w Europie.

Do czołowych i aktualnych zagadnień z zakresu systematyki roślin drzewiastych należą przede wszystkim syntetyczne opracowania flor z niezbadanych dotychczas obszarów jak niektórych części Azji, Afryki i Ameryki Południowej. Te same prawidłowości dotyczą też zagadnień chorologicznych.

Następnie, nadal opracowywane są monografie rodzajów drzew i krzewów szczególnie rodzajów krytycznych dotychczas niedokładnie poznanych, o szerokim zasięgu geograficznym gatunku.

W niektórych krajach rozwijane są badania zmienności morfologicznej i genetycznej w populacji w obrębie niektórych gatunków a szczególnie tych jednostek taksonomicznych, które mają szeroki zasięg geograficzny.

PROBLEMATYKA WŁASNA

Dzięki temu, że Zakład Systematyki i Geografii Instytutu Dendrologii wyspecjalizował się w zakresie tych dyscyplin powierzono mu opracowanie flor z obszarów Europy i Azji.

Rozwinięto przeto badania systematyczne we współpracy z „Flora Iranica”, „Flora Europea” i „Flora of Turkey”. Opracowywane są też monografie systematyczne rodzajów drzew i krzewów rodzimych jak też obejmujących swym zasięgiem obszary leżące poza naszymi granicami.

Publikowane są też opracowania zasięgów drzew i krzewów rodzimych, a materiały te są zamieszczane w Atlasie rozmieszczenia drzew i krzewów w Polsce. Również opracowane zostało rozmieszczenie metodą punktową drzew i krzewów w południowo-zachodniej Azji i wydano ten atlas za pomocą małej poligrafii. Prowadzono też badania zmienności niektórych gatunków drzew i krzewów.

Badania biologiczne roślin drzewiastych mają coraz większe znaczenie a ich rozwój staje się coraz bardziej potrzebny dla poznania ich biologicznej specyfiki i dla potrzeb praktycznych.

By prawidłowo prowadzić obecnie uprawę roślin drzewiastych dla różnych potrzeb gospodarczych nie możemy się już obejść bez podstawowych badań biologicznych. Dlatego też naszymi badaniami zainteresowane są te placówki krajowe i zagraniczne, które mają różne kłopoty ze specjalistyczną uprawą drzew.

Nikt w Polsce nie prowadzi bowiem w tak dużej skali podstawowych badań biologicznych i nie zajmuje się nimi tak kompleksowo jak robimy to w Instytucie Dendrologii. Badania te tworzą potrzebną całość nastawioną na potrzeby bieżące i daleką przyszłość i rozwinęły się dobrze dzięki warunkom jakie stworzył Wydział Nauk Biologicznych PAN. Instytut Dendrologii cieszy się też uznaniem za granicą w tych krajach gdzie potrzeba badań biologicznych drzew dyktowana jest pilnymi potrzebami gospodarczymi.

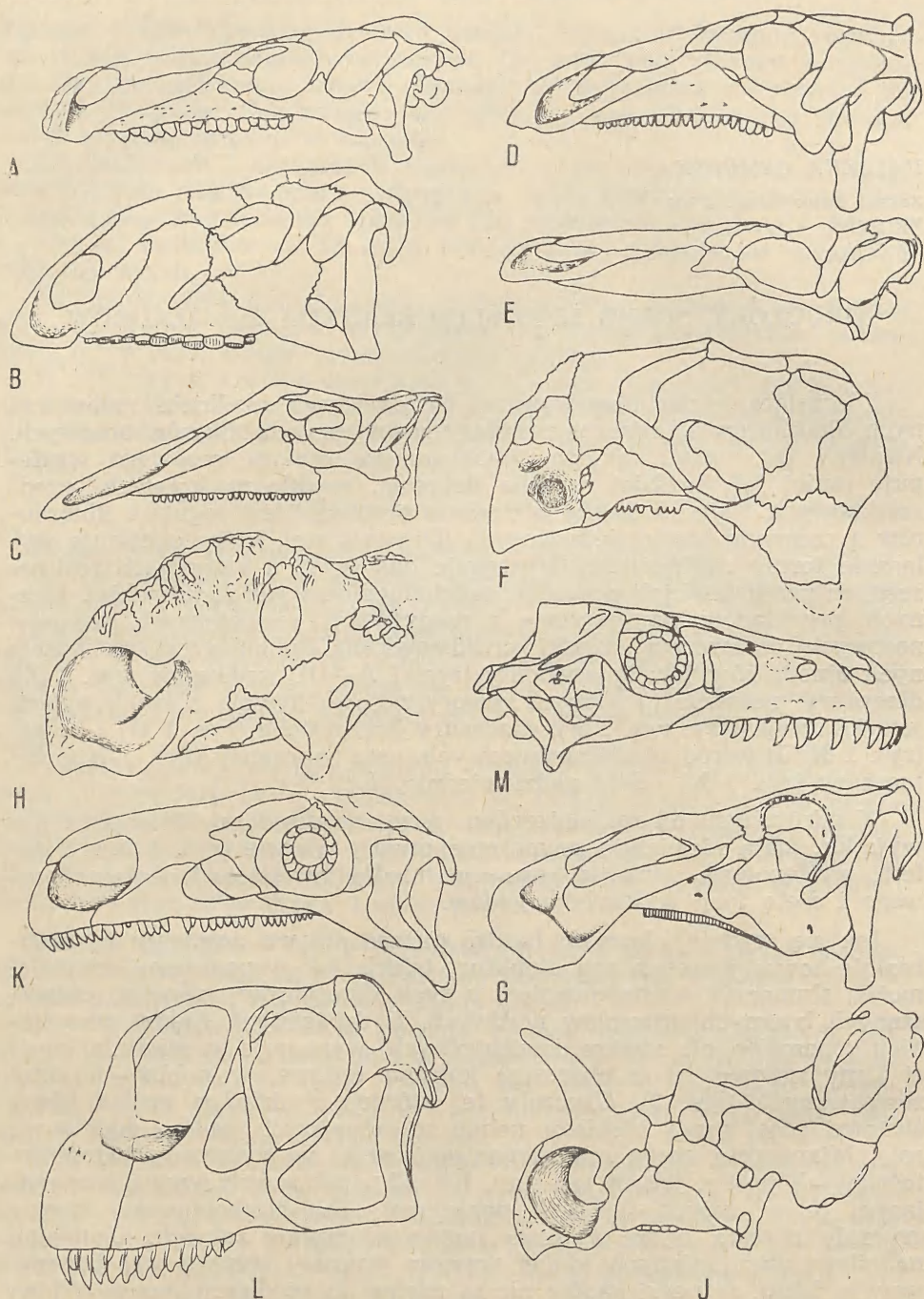
Składam serdeczne podziękowanie za pomoc w opracowaniu tego artykułu moim współpracownikom: prof. dr M. Tomaszewskiemu, doc. dr M. Giertychowi, doc. dr L. Mejnartowiczowi i doc. dr B. Suszce.

GRUCZOŁY SOLNE U ROŚLINOŻERNYCH DINOZAUROW

Uderzającą cechą obserwowaną na czaszkach wielkich, roślinożernych dinozaurów są znaczne rozmiary zewnętrznych otworów nosowych. Niekiedy też, wokół takiego powiększonego otworu nosowego występuje mniej lub bardziej rozległa depresja, zwykle na kościach przed-szczękowych. Taka modyfikacja regionu nosowego jest regułą u dinozaurów z podrzędu ptasiomiednicowych (*Ornithischia*), który obejmuje wyłącznie formy roślinożerne. Występuje ona także u wszystkich roślinożernych przedstawicieli podrzędu gadziomiednicowych (*Saurischia*). Licznych przykładów powiększenia i modyfikacji zewnętrznych otworów nosowych dostarczają czaszki przedstawicieli takich grup roślinożernych dinozaurów jak: iguanodonty (rys. 1 A—D), stegozaury (rys. 1 E), dinozaury pancerne (u których otwory nosowe bywają niewielkie, lecz jest ich 2—3 pary; rys. 1 F), dinozaury kaczodziobe (rys. 1 G) i rogate (rys. 1 H, J) wśród ptasiomiednicowych, oraz zauropody (rys. 1 I) i platiozaury (rys. 1 K) wśród gadziomiednicowych.

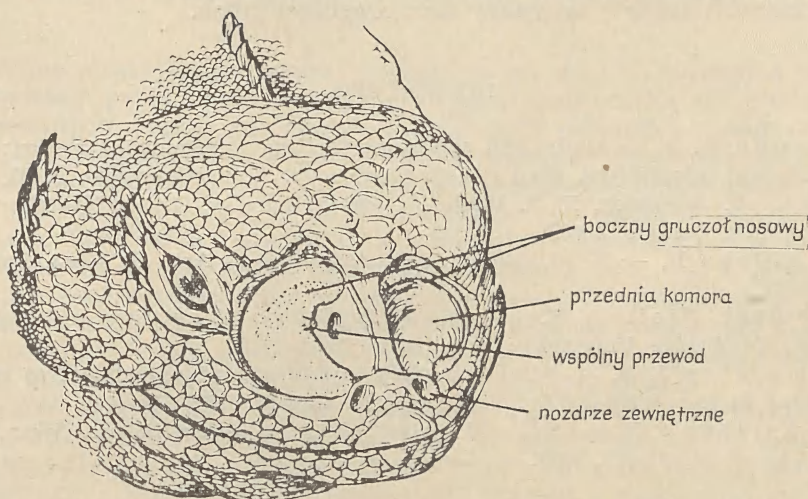
W odróżnieniu od roślinożerców, wszystkie dinozaury drapieżne, bez wyjątku, mają niewielkie zewnętrzne otwory nosowe (rys. 1 M). A zatem, występowała wyraźna korelacja między rozmiarami otworu nosowego i dietą tych wymarłych gadów.

Jak się wydaje, obecność bardzo dużego otworu nosowego (i ewentualnie towarzyszących mu struktur, takich jak wspomniane depresje) można tłumaczyć występowaniem u tych dinozaurów znacznie powiększonych bocznych gruczołów nosowych. U dzisiejszych gadów, para takich gruczołów (nie zawsze powiększonych) występuje w przedniej części jamy nosowej, poza chrzęstną kapsułą nosową, w pobliżu nozdrzy zewnętrznych (rys. 2). Gruczoły te, których wydzielina zwilża błony śluzowe nosa, mogą niekiedy pełnić u dzisiejszych gadów dodatkową rolę. Mianowicie, mogą one wspomagać nerki w wydalaniu jednowartościowych jonów, takich jak Na^+ , K^+ , Cl^- , pobranych wraz z zawierającym je w dużych ilościach pokarmem. Tak funkcjonujące boczne gruczoły nosowe noszą wówczas nazwę gruczołów solnych. Usuwanie nadmiaru wspomnianych jonów poprzez gruczoły nosowe jest konsekwencją faktu, że nerki gadów nie są zdolne do produkcji moczu hipertonicznego w stosunku do krwi. Wiele ptaków posiada także gruczoły solne, gdyż możliwości ich nerek w zakresie koncentracji roztworów, są tylko nieco większe niż u gadów. Obie te grupy kręgowców łączy też fakt, że wydalają one mocz w postaci półpłynnej pasty, co jest przystosowaniem do oszczędnego gospodarowania wodą, tak istotnego dla zwierząt lądowych.



Rys. 1. Czaszki: A. *Campiosaurus*, B. *Iguanodon*, C. *Tenontosaurus*, D. *Ouranosaurus*, E. *Stegosaurus*, F. *Pinacosaurus*, G. *Edmontosaurus*, H. *Monoclonius*, J. *Pachyrhinosaurus*, L. *Camarasaurus*, K. *Plateosaurus*, M. *Dromaeosaurus*. Uwagę zwraca wielkość i struktura zewnętrznego otworu nosowego; wg: Gilmore 1909, Hooley 1925, Ostrom. 1970, Taquet 1976, Gilmore 1914, Maryańska 1977, Lambe 1920, Lull 1933, Langston 1968, Gilmore 1925, Huene 1926, Colbert i Russell 1969

Nie ma powodu, aby przypuszczać, że dinozaury różniły się znacznie od spokrewnionych z nimi ptaków, oraz od innych gadów, w budowie i sposobie funkcjonowania swych nerek. Mogły więc mieć te same kłopoty z usuwaniem m.in. nadmiaru sodu i potasu poprzez nerki i, w związku z tym, wydzielać jony tych pierwiastków poprzez gruczoły solne. Dzisiejsze gady i ptaki, które posługują się w tych celach bocznymi gruczołami nosowymi, to zwierzęta związane z pewnymi typami środowisk — przeważnie ze środowiskami słono-wodnymi jak np. morskie jaszczurki i morskie ptaki, które wraz z pokarmem muszą pobierać znaczne ilości soli NaCl. Zapewne jednak niewiele dinozaurów żyło



Rys. 2. Głowa i gruczoł solny jaszczurki *Dipsosaurus*; wg Templeton 1972

w takich środowiskach. Czy jest zatem uzasadnione moje przypuszczenie, że powiększone otwory nosowe wszystkich wielkich dinozaurów roślinożernych mogły mieścić gruczoły solne?

Badania amerykańskiego fizjologa Templetona [4], przeprowadzone na roślinożernych jaszczurkach żyjących w suchym, gorącym klimacie, wykazały że zwierzęta te mają gruczoły solne, chociaż w ich pokarmie nie występuje nadmiar NaCl. W wydzielinie tych gruczołów są głównie jony K^+ . Podobnie jest i u morskich roślinożernych legwanów [3]; mimo iż te jaszczurki pobierają z morskimi roślinami również znaczne ilości NaCl, głównym produktem wydzielania ich gruczołów solnych jest potas. Nie jest to niczym nieoczekiwanym, od dawna wiadomo bowiem, że tkanki roślinne zawierają bardzo znaczne ilości potasu. I zapewne nie inaczej było w minionych epokach geologicznych; roślinożerne zwierzęta pobierały również wówczas znaczne ilości potasu.

A zatem, jeśli dinozaury miały taki sam, jak dzisiejsze gady i ptaki, mechanizm funkcjonowania nerek, co wydaje się bardzo prawdopodobne, były także zmuszone do pozanerkowego usuwania niektórych jednowartościowych jonów, w przypadkach gdy pobrana wraz z pokarmem ich ilość przekraczała możliwości wydalnicze nerek. W przypadku roślinożernych dinozaurów dotyczyło to przede wszystkim potasu. Można

więc wysunąć hipotezę, że posiadały stale funkcjonujący i silnie rozwinięty gruczoł solny. Powiększanie się gruczołów solnych nie mogło następować w kierunku medialnym — upośledzałoby to znacznie funkcje oddechowe jamy nosowej. Rozrost gruczołów musiał więc odbywać się ku bokom, co było możliwe tylko wówczas, gdy region gruczołu solnego nie był ograniczony od zewnątrz kostną ścianą.

Oczywiście można by zapytać, dlaczego roślinożerne dinozaury nie wydalają nadmiaru potasu produkując zwiększone ilości nisko skoncentrowanego moczu. Wymagałoby to jednak stałego dostarczania do organizmu znacznych ilości wody. Dinozaury, jako zwierzęta lądowe żyjące w ciepłym, a nawet często gorącym, klimacie mezozoiku, musiały oszczędnie gospodarować wodą. Zużywały ją, zapewne, w dość znacznych ilościach także i do celów termoregulacyjnych.

LITERATURA

- [1] Gordon M. S. — *Water and solute metabolism*. w: *Animal Function: Principles and Adaptations*. (Red.: M. S. Gordon, G. A. Bartholomew, A. D. Grinnell, C. B. Jørgensen, F. N. White). — Macmillan Co., Collier-Macmilan Ltd., New York, London, 1968.
- [2] Osmólska H. — *Nasal salt gland in dinosaurs*. — *Acta Palaeont. Polonica*, 2, 1979.
- [3] Schmidt-Nielsen K. — *Animal Physiology: Adaptation and Environment*. Cambridge University Press, Cambridge, 1975.
- [4] Templeton J. R. — *Nasal salt gland excretion and adjustment to sodium loading in the lizard *Ctenosaura pectinata**. *Copeia*, 1967, 136—140.
- [5] Templeton J. R. — *Salt and water balance in desert lizards*. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 31, 61—77, 1972.

RADIACYJNA STERYLIZACJA — NOWA, NIECHEMICZNA METODA ZWALCZANIA SZKODLIWYCH OWADÓW

Ogromne straty, jakie ponosi gospodarka na skutek niszczenia zapasów żywności przez różne owady, stwarzają konieczność uciekania się do radykalnych metod zwalczania szkodliwych gatunków owadów. Do najczęściej stosowanych sposobów należy obecnie chemiczne zwalczanie środkami toksycznymi. Powszechność zwalczania chemicznego wywołuje jednak zbyt często niepożądane skutki: prowadzi do zatrutowania środowiska, zakłócania naturalnej równowagi w biocenozie, uodparnianie się owadów itp. Ponadto, pozostałości środków ochrony w żywności mogą stwarzać zagrożenie dla zdrowia człowieka. Chemiczne zwalczanie szkodników magazynowanych posiada także ujemne strony, gdyż gazowanie ogromnych mas produktów żywnościowych pociąga za sobą ich skażenie substancjami szkodliwymi dla zdrowia człowieka.

Uboczne, niepożądane skutki zwalczania chemicznego sprawiają, że ostatnio coraz więcej uwagi zwraca się na rozwijanie metod ochrony roślin bez zastosowania substancji toksycznych lub przy użyciu bardziej selektywnych i krótkotrwale działających trucizn. Opracowuje się metody zwalczania biologicznego z wykorzystaniem pasożytniczych i drapieżnych gatunków stawonogów lub chorobotwórczych mikroorganizmów [51, 85]. Przykładem tego jest wykorzystanie kruszynka — *Trichogramma* spp w ochronie sadów oraz zwalczanie bielinka kapustnika — *Pieris brassicae* L. za pomocą biopreparatów zawierających bakterie — *Bacillus thuringiensis*. Nowoczesna ochrona roślin zmierza również do wykorzystania różnych form energii np. ultradźwięków, pól elektrycznych wysokiej częstotliwości, promieni ultrafioletowych, podczerwonych oraz promieniowania jonizującego. Zalety fizycznych metod zwalczania szkodników w magazynach poznano już wcześniej, stosując niskie i wysokie temperatury.

Najnowszym osiągnięciem ochrony roślin jest jednak skuteczne wykorzystanie do jej celów promieniowania jonizującego. Zastosowanie tej formy energii do wyniszczania szkodników ma duże perspektywy tym bardziej, że obecnie dostępna jest eksploatacja tanich źródeł promieniowania, np. odpadów radioaktywnych z reaktorów atomowych. Zainteresowanie tym sposobem walki z owadami w ostatnich latach bardzo wzrosło, o czym świadczy coraz większa liczba prac poświęconych temu zagadnieniu.

W krajach zaawansowanych w produkcji i wykorzystaniu energii jądrowej, opracowuje się już na szeroką skalę metody przemysłowej dezynsekcji artykułów żywnościowych (takich jak ziarno zbóż, mąka, kasha, suchary, suszone owoce i koncentraty spożywcze) za pomocą promie-

niowania. Wysoka przenikliwość promieni gamma pozwala napromieniać produkty wewnątrz opakowań, co znacznie ułatwia cały zabieg [7]. Ponadto promieniowanie jonizujące znalazło praktyczne zastosowanie do likwidacji lub ograniczenia populacji owadów — szkodników roślin metodą ich sterylizacji.

I. SPOSOBY WYWOŁYWANIA BEZPŁODNOŚCI U OWADÓW

Bezpłodność owadów można wywołać różnymi metodami. W naturze sterylizację powodują czasami pasożyty, np. *Hymenoptera* — błonkoskrzydłe i *Homoptera* — pluskwiaki równoskrzydłe mogą być pozbawione płodności przez *Strepsiptera* — wachlarzoskrzydłe [28]. Poza tym, przyczyną zahamowania rozwoju gonad są niektóre feromony. Zjawisko takie zaobserwowano u termitów, mrówek i pszczoł [98]. Często stosowanym sposobem wywoływania sterility owadów jest również chemosterylizacja przy wykorzystaniu środków chemicznych takich jak Tapa, Metapa itp. [2, 21, 31, 58, 76, 88] oraz manipulacje genetyczne polegające na wykorzystaniu translokacji chromosomowych, niezgodności cytoplazmatycznej, szkodliwych genów i sterility mieszańców [14, 41, 44, 45, 53, 75, 86, 87]. Z fizycznych metod wywoływania bezpłodności u owadów stosowano wysokie i niskie temperatury [57, 71, 98], promieniowanie ultrafioletowe [77, 78] oraz promieniowanie jonizujące [32, 40, 50, 72]. W dotychczasowej praktyce najbardziej użyteczna okazała się właśnie metoda radiacyjnej sterylizacji owadów.

W metodzie tej, w celu wysterylizowania owadów, używano różnych typów promieniowania: alfa, beta, gamma (pochodzących z substancji radioaktywnych) oraz promieniowania X i neutronów. Promieniowanie beta, ze względu na słabą przenikliwość, nie jest wydajne w użyciu, aczkolwiek wywołuje ono sterility w przypadku użycia izotopów ^{32}P , ^{89}Sr , ^{35}S [22]. Cząstki alfa mają z kolei krótki zasięg, co powoduje specjalne trudności przy ich stosowaniu na większą skalę w przypadku napromieniania dużej liczby szkodników [79]. Ciągłe trwają badania nad możliwością użycia neutronów do sterylizacji owadów [30]. Neutrony, dysponujące wysoką, względną skutecznością biologiczną w wywoływaniu pęknięć chromosomów [47] z łatwością powodują sterility dziedziczną [48, 56, 65, 66]. Ze względu na to jednak, że brak jest przenośnych źródeł neutronów o dostatecznie dużej aktywności (źródłami takimi są najczęściej reaktory atomowe) sterylizacja neutronowa w dotychczasowym wykonaniu jest niepraktyczna.

Duże nadzieje wiąże się również z użyciem do sterylizacji i zabijania szkodników akceleratorów liniowych. Ostatnie osiągnięcie w konstrukcji akceleratorów pozwalają przypuszczać, że znajdą one praktyczne zastosowanie do dezynsekcji cienkich warstw ziarna np. na pasach transmisyjnych [19].

Najbardziej przydatne do sterylizacji okazało się promieniowanie gamma oraz promieniowanie X o dużej przenikliwości. Ogólna dostępność tanich źródeł izotopowych jak ^{60}Co i ^{137}Cs zdecydowała jednak o tym, że większość badań nad sterylizacją radiacyjną owadów przeprowadza się za pomocą promieniowania gamma, tym bardziej, że lampy rentgenowskie przy długotrwałym napromienianiu często przegrzewają się i ulegają zniszczeniu.

II. TEORETYCZNE PODSTAWY METODY STERYLIZACJI OWADÓW

Wykorzystanie sterylizowanych owadów do likwidacji lub ograniczania populacji szkodników przeszło już okres ewolucji od badań laboratoryjnych do zastosowania praktycznego. Metoda ta jest szczególnie użyteczna w zwalczaniu populacji owadów występujących na terenach zamkniętych oraz geograficznie lub klimatycznie izolowanych. Wprowadzenie do środowiska odpowiednio dużej liczby bezpłodnych owadów, hodowanych masowo w laboratoriach, prowadzi bowiem z reguły do zaniku naturalnej populacji szkodnika. Skuteczność metody i zarazem jej selektywność (zaleta, której pozbawione jest zwalczanie chemiczne) zdecydowała o tym, że próbuje się ją stosować do zwalczania wielu szkodników ważnych z punktu widzenia gospodarczego.

Zainteresowanie tym sposobem walki z owadami datuje się od 1937 r., kiedy to entomolog amerykański Knipling, prowadząc badania nad *Callitroga hominivorax* Cqrl., wysunął projekt wykorzystania sterylnych samców do likwidacji naturalnej populacji szkodnika. Muchówka *Callitroga hominivorax* Cqrl. jest groźnym pasożytem zwierząt domowych i dzikich. Składa ona jaja do ran, a rozwijające się larwy wnika głęboko w tkanki, powodując znaczną śmiertelność zwierząt. Wykorzystując zjawisko jednokrotnej kopulacji samic u tego gatunku Knipling wysunął hipotezę, że dostateczne nasycenie naturalnej populacji sterylnymi samcami w ciągu kilku generacji powinno prowadzić do całkowitego jej zaniku [33, 34, 35, 36, 37]. Według Kniplinga redukcja naturalnej populacji owadów powinna następować proporcjonalnie do stosunku liczbowego osobników bezpłodnych do płodnych. A więc przy stosunku 1:1 rozmnażanie powinno zostać zredukowane o 50%, przy stosunku 9:1 o 90%, itd. Jeśli 90% populacji będzie bezpłodne, to fakt ten dodatkowo może wpłynąć na redukcję płodności pozostałych 10% populacji o 90%, tak że w efekcie 99% całej populacji będzie niezdolne do rozmnażania się. Jeżeli w następnych generacjach zostanie utrzymana stała liczba introdukowanych owadów bezpłodnych, wówczas efekt będzie wzrastał proporcjonalnie do wzrostu stosunku liczbowego owadów bezpłodnych do płodnych.

Opracowane przez Kniplinga teoretyczne modele zachowania się populacji różnych gatunków owadów w naturalnych warunkach oraz populacji zwalczanych środkami chemicznymi (insektycydy, chemosterylanty), a także drogą introdukcji sterylnych osobników, przedstawia tabela 1. W tabeli uwzględniono trzy metody sterylizacji owadów. Pierwsza metoda (kolumna 4) polega na sterylizacji za pomocą chemosterylantów 90% każdego pokolenia populacji naturalnej. W drugiej (kolumna 5) zastosowano introdukcję sterylnych owadów na poziomie 9:1 dla generacji rodziców i taką samą ilością traktowano następne pokolenia. W trzeciej metodzie (kolumna 6), po uprzednim obniżeniu liczebności populacji insektycydami, wprowadzono sterylne owady. Jest to tzw. metoda zintegrowana, uwzględniająca ekonomiczną stronę masowej hodowli owadów. Tę właśnie metodę zastosowano w programie zwalczania *Callitroga hominivorax* Cqrl. na południowo-zachodnich obszarach Ameryki Północnej [17].

Wielu autorów, a szczególnie Knipling [35] sugerowało różne sposoby integrowania metody sterylnych owadów z innymi metodami. Jafri [29] proponował np., aby wypuszczać do naturalnej populacji szkodników sterylne owady dorosłe zakażone uprzednio bakteriami chorobotwórczymi.

Tabela 1

Zachowanie się hipotetycznych populacji owadów nie zwalczanych oraz zwalczanych różnymi metodami (wg Kniplinga E. F. [36])

Poko- lenie	Populacja nie zwalczana	Populacja zwalczana insektycydami (90% śmier- telności w każdym pokoleniu)	Sterylizacja w 90% każdego pokolenia naturalnej populacji za pomocą chemosterylantów	Introdukcja sterylnych owadów (9 000 000 w każdym pokoleniu)	Zwalczanie insektycydami +introdukcja sterylnych owadów
Rodzice	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
F ₁	5 000 000	500 000	50 000	500 000	45 450
F ₂	25 000 000	250 000	2 500	131 625	9 880
F ₃	125 000 000	125 000	125	9 540	485
F ₄	„ „ „ „ „ „ graniczne nasycenie śro- dowiska	62 500	6	50	0
F ₅	125 000 000	31 250	0	0	
F ₆	125 000 000	15 627			
F ₇	125 000 000	7 812			
F ₈	125 000 000	3 906			
Uwagi:	założono pięciokrotny przyrost populacji aż do granicznego nasycenia środowiska	traktowano 18 pokoleń	traktowano 5 pokoleń	użyto 45 000 000 steryl- nych owadów	zastosowano insektycydy w pokoleniu rodziców i wprowadzono po 4 000 000 sterylnych owa- dów w następnych po- koleniach

czymi. W ten sposób przekazywałyby one patogeny następnym osobnikom i zarażały środowisko, w którym zwalczany owad rozmnaża się i rozwija. Sugerowano również wypuszczanie razem ze sterylnymi owadami wrogów naturalnych zwalczanego gatunku. Metoda taka polegałaby wówczas na hodowaniu w laboratorium dużej liczby pasożytów lub drapieżców zwalczanego gatunku i uwalnianiu ich sukcesywnie w stadium imagines razem ze sterylnymi owadami. Wypuszczany pasożyt lub drapieżca powinien jednak w takim przypadku porażać tylko wczesne stadia rozwojowe szkodnika, tak aby nie stanowił zagrożenia dla sterylnych owadów dorosłych introdukowanych do naturalnej populacji, np. dobrą kombinacją w programie zwalczania owocówki jabłkowieczki — *Carpocapsa pomonella* L. byłoby wypuszczanie równocześnie ze sterylnymi motylami pasożyta *Trichogramma* spp, łatwego w hodowli i bardzo efektywnego w zwalczaniu owocówki [9]. Inną atrakcyjną, zintegrowaną metodą zwalczania szkodników mogłoby być wypuszczanie sterylnych owadów odpornych na wszystkie powszechnie używane insektycydy. Podniosłoby to znacznie efektywność techniki introdukcji sterylnych owadów [97].

Z teoretycznych obliczeń zawartych w tabeli 1 wynika, że technika sterylizacji owadów jest znacznie skuteczniejszym i szybszym sposobem likwidacji szkodników niż długotrwałe, przeciągające się na 18 pokoleń zwalczanie insektycydami. Wykorzystanie tej metody wymaga jednak przeprowadzenia sterylizacji dużej liczby owadów, w pełni zdolnych do konkurencji z owadami populacji naturalnych. Zwiększoną wydajność metody (szczególnie w przypadku chemosterylizacji, gdzie sterylne są zarówno samce jak i samice), zawdzięcza się specjalnie korzystnemu zjawisku zachodzącemu wówczas, gdy sterylne osobniki łączą się w pary z pozostałymi płodnymi owadami, co w ogólnym efekcie obniża populację o 99%.

Można zauważyć, że metoda sterylizowania populacji chemosterylantami jest bardzo podobna do zabijania owadów insektycydami: efekt obniżenia reprodukcji jest stały dla każdego pokolenia, niezależnie od gęstości populacji. W przeciwieństwie do tego, metoda wypuszczania sterylnych owadów staje się coraz bardziej wydajna w miarę zmniejszania się populacji dzikiej.

Przewaga sterylizacji nad większością stosowanych insektycydów wynika stąd, że sterylne owady szukają płodnych osobników nawet w tych rejonach, w których normalnie nie stosuje się insektycydów, a więc zasięg zabiegu jest znacznie większy niż w przypadku stosowania środków chemicznych [1]. Sterylizacja jest szczególnie użyteczną metodą w walce z tymi gatunkami owadów, u których w momencie stosowania zabiegu żyje obok siebie równocześnie kilka pokoleń.

Knipling [35, 38] jest twórcą cennych matematycznych modeli wykazujących teoretyczne korzyści zwalczania dzikich populacji szkodników za pomocą sterylnych owadów w różnych warunkach. Inni autorzy [8, 46] ulepszyli wcześniej opracowane modele, uwalniając je od ograniczeń typu monoandrii u samic, czy równej konkurencyjności samców sterylnych w porównaniu z płodnymi. Umożliwiło to w licznych przypadkach wypuszczenie mniejszej liczby bezpłodnych samców w miarę obniżania liczebności poszczególnych pokoleń populacji dzikiej. Tej procedury przestrzega się między innymi w obecnym programie zwalczania *Callitroga hominivorax* Cqrl. [42]. Aczkolwiek modele matematycz-

ne są bardzo przydatne w planowaniu programu zwalczania szkodników, to jednak zawsze konieczne jest uwzględnienie w nich zmiennych warunków biologiczno-ekologicznych w odniesieniu do każdego gatunku z osobna.

W roku 1955 Knipling [32] sformułował warunki jakie powinny być spełnione przed zastosowaniem eksperymentu ze sterylizacją owadów na większą skalę. Można je ująć w następujący sposób:

- przede wszystkim należy opracować sprawdzoną laboratoryjnie praktyczną metodę sterylizacji: konieczne jest znalezienie optymalnej dawki oraz takiego stadium rozwojowego szkodnika, w którym promieniowanie daje najlepsze efekty,
- wypuszczane owady bezpłodne powinny być w pełni konkurencyjne z owadami płodnymi populacji dzikiej: wywołana sterylność nie może wpływać na zachowanie seksualne czy długość życia introdukowanych owadów ani też na ich zdolność rozprzestrzeniania się,
- przed przystąpieniem do badań terenowych eksperyment musi być wypróbowany w małych populacjach na skalę laboratoryjną,
- trzeba dokładnie poznać biologię i ekologię szkodnika,
- samice powinny kopulować w zasadzie tylko jeden raz w życiu,
- konieczna jest łatwa, masowa hodowla owadów,
- wskazane jest, aby populacja zwalczanego szkodnika była stosunkowo niska (można to osiągnąć w sposób naturalny lub sztuczny),
- rejon przeprowadzonego zabiegu powinien być izolowany, a migracje zwalczanego gatunku ograniczone;
- metoda powinna być ekonomicznie opłacalna.

III. PRZYCZYNY POPROMIENNEJ STERYLNOŚCI OWADÓW

Pozbawienie zdolności do rozmnażania owadów promieniowaniem jonizującym może być spowodowane różnymi zmianami w organizmach samic i samców. Promieniowanie może spowodować:

- bezpłodność samic,
- aspermię samców,
- niezdolność do kopulacji samców,
- mutacje z dominującym czynnikiem letalnym.

Mutacje z dominującą letalnością następują wtedy, gdy zmieniony na skutek promieniowania gen kontroluje czynność tak ważną, że jej utrata lub zmiana uniemożliwia przeżycie organizmu potomnego. Śmierć potomstwa może następować już przy pierwszych podziałach zygoty, albo też znacznie później, po osiągnięciu daleko zaawansowanego rozwoju. Uważa się [5, 63], że przyczyną dominanty letalności są translokacje w chromosomach komórek płciowych. Duża częstotliwość translokacji w komórkach rozrodczych prowadzi często do bezpłodności z zachowaniem czynności fizjologicznych związanych z rozmnażaniem. U organizmów rodzicielskich produkowane są jaja i sperma, proces kopulacji odbywa się normalnie, dochodzi do zapłodnienia, ale potomstwo jest niezdolne do życia.

W eksperymencie z *Callitroga hominivorax* Cqrl. wykorzystano mutacje z dominującą letalnością w spermie samców. Nie wyklucza się jednak możliwości zastosowania odmiennych form sterylizacji w odniesieniu do innych gatunków owadów.

IV. PODATNOŚĆ RÓŻNYCH GATUNKÓW OWADÓW NA STERYLIZUJĄCE I LETALNE DAWKI PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO

Istnieje duża różnorodność w podatności poszczególnych gatunków owadów na zarówno letalne, jak i sterylizujące dawki promieniowania, np. u znacznej liczby dojrzałych chrząszczy — *Coleoptera* porażających składowane produkty dawki, które wywołują 99% sterylności powodują również znaczną śmiertelność w krótkim okresie czasu od momentu napromienienia. Całkowitej sterylności towarzyszy więc wysoka, niemal stuprocentowa śmiertelność [10].

Gatunki muchówek — *Diptera* i błonkoskrzydłych — *Hymenoptera* wykazują jeszcze większą podatność na działanie promieniowania niż *Coleoptera* [50]. Istnieje jednak u nich znaczna różnica między dawką wywołującą 100% sterylności, a dawką w 100% letalną.

Stosunkowo najbardziej odporne na działanie promieniowania są poczwarki i owady dorosłe szkodników należących do rzędu motyli — *Lepidoptera* [42, 60]. Do wywołania sterylności lub dominanty letalności u motyli konieczne są niekiedy bardzo duże dawki promieniowania, np. u takich gatunków jak owocówka jabłkoweczka — *Carpocapsa pomonella* L., mklik daktylowiec — *Cadra cautella* Wlk., dawka sterylizująca wynosi ok. 50 krad, przy czym nie wpływa ona ujemnie na długość życia motyli [50].

V. WYWOŁYWANIE STERYLNOŚCI DZIEDZICZNEJ U LEPIDOPTERA

U większości gatunków motyli sterylizujące dawki promieniowania wywołują najczęściej aspermie lub oligospermie, względnie zaburzenia fizjologiczne polegające na niedostatecznym przekazywaniu spermy samcom lub zakłóceniu zachowania seksualnego np. nie rozpoznawaniu samicy [25, 62, 65, 66]. Popromienna sterylnosc nie jest najczęściej związana z dominantą letalności, lecz należy ją bezpośrednio wiązać z nie-
możnością zapłodnienia jaj przez plemniki. Ponieważ przy zwalczaniu populacji wspomniane skutki promieniowania ograniczyłyby zdolność sterylnych motyli do konkutowania z płodnymi osobnikami, postanowiono podnieść efektywność zabiegu poprzez zastosowanie dawek częściowo sterylizujących, powodujących tzw. sterylnosc dziedziczną [61]. Zakładano, że w wyniku stosowania częściowo sterylizujących dawek wzrośnie konkurencyjność owadów.

Pierwszy, który zaobserwował, że potomstwo napromienionych rodziców motyli jest bardziej sterylne niż sami rodzice był Proverbs [70]. Autor ten badając owocówkę jabłkoweczkę — *Carpocapsa pomonella* L. zauważył, że potomstwo napromienionych samców tego gatunku było całkowicie lub semisterylne.

Podstawą odziedziczonej sterylności u *Lepidoptera* są translokacje chromosomowe [63]. Japończycy używali genetycznego znacznika do zidentyfikowania tych translokacji w genetycznych badaniach jedwabnika — *Bombyx mori* L. [91]. Pierwszy, który opisał translokacje u *Lepidoptera* był Bauer [5].

Istnieją pewne, jedyne w swym rodzaju korzyści wykorzystania tego zjawiska w ograniczaniu lub likwidowaniu naturalnych populacji owadów [39]. Ujmując zagadnienie chronologicznie, popularną praktyką u wielu badaczy pracujących nad sterylnością popromienną było napro-

mienianie wszystkich stadiów rozwojowych owada. Napromienianie wczesnych (przedpoczwarkowych) stadiów okazało się jednak nieefektywne, ponieważ owady dorosłe, powstałe np. z napromienionych gąsienic, posiadały duże uszkodzenia fizjologiczne i zwykle nie były zdolne do reprodukcji [3, 13, 15, 16, 18, 74, 96]. Napromienianie komórek wczesnych stadiów spermatogenezy, obecnych na ogół tylko w stadium larwalnym u *Lepidoptera*, nie daje takiego uszkodzenia genetycznego, które byłoby w dostatecznym stopniu dziedziczne [3, 82, 83, 89, 93, 94]. Jądra zawierające komórki we wczesnej fazie spermatogenezy po napromienieniu zawierały martwe spermatogonie i spermatocyty [24, 84, 90]. Komórki płciowe w późniejszych stadiach rozwojowych były bardziej radiooporne.

Oczywiście śmierć komórki płciowej przed osiągnięciem stadium plemnika zapobiega ujawnieniu się sterylności dziedzicznej. Czasami jednak małe dawki promieniowania mogą spowodować aberacje chromosomowe, przekazywane kolejnym stadiom rozwojowym męskiej komórki płciowej aż do plemnika. Wówczas semistrylność może być przekazana przez samce F_1 kilku następnym pokoleniom [26, 59]. Natomiast ogólnie bezowocne okazały się wysiłki spowodowania wystarczającego uszkodzenia genetycznego po napromienieniu zapłodnionych jaj [4, 12, 13, 15, 16, 23, 27, 43, 55, 70, 74, 92, 96].

Stwierdzono, że znacznie korzystniejsze warunki do napromieniania przedstawia owad dorosły. Nie przechodzi on metamorfozy i nie ponosi uszczerbku z powodu wielu ubocznych skutków napromieniania, takich jak źle uformowane skrzydła, nieprawidłowa eklozja, brak zdolności do łączenia się w pary itp. Efekty te są niekorzystne dla osobników napromienionych wcześniej [12, 18, 70, 73]. Napromieniony owad dorosły nie unika jednakże uszkodzeń fizjologicznych całkowicie [24, 65, 67].

Stwierdzono również, że potomstwo motyli napromienionych w stadium owada dorosłego wykazuje takie samo nasilenie sterylności dziedzicznej jak potomstwo osobników napromienionych w późnym stadium poczwarki [12, 13, 59, 96]. Obecnie coraz częściej preferuje się napromienianie poczwarek (i to nie tylko w przypadku motyli) ze względu na łatwość manipulacji w trakcie napromieniowań.

Jak wykazały badania piętnastu gatunków motyli [61] dawka promieniowania potrzebna do wywołania u nich sterylności dziedzicznej wynosi 12,5–22,5 krad. Męskie potomstwo F_1 pochodzące od napromienionych rodziców wszystkich tych gatunków wykazało większą sterylność niż żeńskie, bez względu na stadium rozwoju osobniczego w momencie napromieniania.

W badaniach prowadzonych nad sterylnością dziedziczną u wielu gatunków motyli zauważono, że po napromienieniu samców rodzicielskich dawkami częściowo sterylizującymi, w pokoleniu F_1 występują zaburzenia w proporcji płci. Objawiają się one liczniejszym wylotem samców niż samic. Wykazano to najpierw na przykładzie owocówki jabłkoweczki [70], a następnie u wielu innych gatunków [13, 20, 27, 59, 64, 68, 81, 95]. Zjawisko to może okazać się bardzo korzystne w eksperymentach nad sterylizacją. W przeciwieństwie do samców, wskaźnik płci u potomstwa napromienionych samic kształtował się w granicach normy [69]. Stwierdzono również, że pokolenie F_1 uzyskane z napromienionych rodziców rozwija się wolniej niż pokolenie nie napromienionych osobników [11, 65, 68]. Nasilenie tego efektu zależy od wielkości dawki.

VI. CALLITROGA HOMINIVORAX CQRL. JAKO KLASYCZNY PRZYKŁAD
PRAKTYCZNEGO WYKORZYSTANIA INTRODUKCJI STERYLNYCH
OSOBNIKÓW DO ZWALCZANIA NATURALNEJ POPULACJI OWADÓW

Słuszność teoretycznych założeń Kniplinga, odnośnie do możliwości zwalczania dzikich populacji owadów poprzez introdukcję dużej liczby sterylnych osobników, została praktycznie udowodniona w USA w latach pięćdziesiątych na przykładzie *Callitroga hominivorax* Cqrl. Pomysł Kniplinga długo nie znajdował zrozumienia ani u genetyków, ani u entomologów. W owym czasie nie dysponowano jeszcze możliwością masowych hodowli owadów na sztucznych pożywkach. Nie było także opracowanych metod sterylizacji. Postęp w badaniach ujawnił się dopiero wówczas, gdy Melvin i Bushland opracowali hodowlę *Callitroga hominivorax* Cqrl. na sztucznej pożywce zawierającej mięso i krew [54]. Nastąpił również postęp w radiobiologii owadów; stwierdzono możliwość ich sterylizacji za pomocą promieniowania oraz nagromadzono wiele obserwacji nad biologią, dynamiką populacji, migracjami i strefami stałego zasiedlenia szkodników.

W wyniku wspomnianych postępów w badaniach teoretycznych, Knipling wznowił próby zastosowania sterylnych samców do zwalczania *Callitroga hominivorax* Cqrl. Stadium najbardziej przydatnym do napromieniania okazały się pięciodniowe poczwarki, na dwa dni przed wylotem owadów dorosłych. Po udanych badaniach laboratoryjnych przystąpiono do prób w terenie [6, 49]. Pierwsze próby terenowe w szerszym zakresie przeprowadzono na wyspach Sanibel i Captiva (łączna powierzchnia 75 mil kwadratowych) położonych w odległości ok. 3 mil od zachodniego wybrzeża Florydy. Eksperyment powiódł się tylko częściowo ze względu na zbyt małą odległość wysp od lądu stałego, która umożliwiła szkodnikom nalot z terenów nie objętych zwalczaniem. Dlatego do dalszych eksperymentów wybrano odległą od lądu stałego wyspę Curacao (170 mil kwadratowych), położoną na Morzu Karaibskim, w odległości około 50 mil od wybrzeża Wenezueli. Na wyspie znajdowało się dużo zwierząt hodowlanych, a roślinność i warunki topograficzne wyspy były podobne do tych jakie występują w Teksasie.

Program badawczy rozpoczęto w kwietniu 1954 r. Eksperyment poprzedzony był trzema latami żmudnych badań laboratoryjnych pod kierownictwem R. C. Bushlanda z Teksaskiego Laboratorium Badań Entomologicznych.

Owady hodowano w laboratorium Orlando na Florydzie. Pięciodniowe poczwarki sterylizowano promieniowaniem gamma i wysyłano samolotem na miejsce badań terenowych. Po dwóch dniach z poczwarek wykluwały się owady dorosłe, które rozprzestrzeniano na wyspie w przeciągu 24 godz. za pomocą samolotu. Początkowo, dokładny stosunek wypuszczanych samców sterylnych do płodnych nie był znany, lecz wahał się w granicach 2 i 4 : 1. W fazie końcowej wypuszczano co tydzień 435 samców na milę kwadratową. Po 8 tygodniach trwania zabiegów procent jaj sterylnych znajdujących w ranach zwierząt zwiększył się z 69% do 100%, a populacja szkodnika obniżyła się o 99%. Osiągnięte rezultaty były bardzo zbliżone do założeń teoretycznych. Wypuszczania samców sterylnych i obserwacji zaprzestano 8 tygodni po ostatnim zbiorze jaj [6].

Następny program zwalczania objął tereny południowych Stanów i cały Półwysep Floryda. Mimo braku izolacji tego rodzaju jak na wyspie stwierdzono, że gatunek zaliczany do tropikalnych ma wyraźną

barierę klimatyczną od północy. Program zwalczania wraz z właściwą organizacją badań doprowadził w latach 1957—59 do tego, że półwysep Floryda został uwolniony od *Callitroga hominivorax* Cqrl. [17]. Warto tutaj zaznaczyć, że całkowity koszt wyniszczenia populacji pasożyta na Florydzie wyniósł ok. 8 mln dolarów. Jednakże zyski, jakie dzięki temu zanotowano w hodowli bydła w okresie ostatnich kilkunastu lat, oceniane są na 200—700 mln dolarów, a więc są o 16—90 razy wyższe niż wydatki [52]. Dalsze akcje zwalczania pasożyta zakończone podobnym sukcesem podejmowano na terenie południowo-wschodnich i południowo-zachodnich Stanów. W porozumieniu z Meksykiem metodę zastosowano również w tzw. strefie ochronnej (szerokość 150 mil, długość 1200 mil), aby zapobiec pojawianiu się szkodnika zawleczonego bądź w trakcie importu zwierząt, bądź na drodze nalotu pasożyta z południa. Koszt zwalczania w strefie ochronnej wynosił ok. 5 mln dolarów rocznie. Zyski w hodowli bydła dwudziestokrotnie przewyższały koszt zabiegów [17].

Dla ścisłości należy w tym miejscu zaznaczyć, że samce stosowane w eksperymentach z *Callitroga hominivorax* Cqrl. nie zostały pozbawione zdolności do kopulacji i produkcji spermy. Uszkodzenia popromienne gonad polegały na tym, że plemniki zachowując zdolność zapłodnienia jaj wnosili do nich dominujący czynnik letalny.

Zachęcające wyniki uzyskane w zwalczaniu *Callitroga hominivorax* Cqrl. stały się bodźcem do podjęcia badań nad wykorzystaniem metody sterylizacji w celu opanowania innych szkodników roślin i zwierząt oraz owadów ważnych z punktu widzenia medycyny. Według danych IAEA (Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej) z 1965 r. [40] lista gatunków, na których podjęto badania nad sterylizacją obejmowała 39 owadów. Wśród nich znajdowały się takie szkodliwe gatunki jak mucha *tse-tse* (*Glossina* spp.), komar widliszek roznoszący malarię (*Anopheline* spp.), komar przynoszący żółtą febrę (*Aedes aegypti* L.), kwiecień bawelnowiec (*Anthonomus grandis* Boh.), nasionnica oliwnica (*Dacus alea* Gmel.), omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilis* Hbn), owocanka południówka (*Ceratitis capitata* Wied.), owocówka jabłkowieczka (*Carpocapsa pomonella* L.), brudnica nieparka (*Porthetria dispar* L.), wolek zbożowy (*Calandra granaria* L.) i wiele innych. W ciągu ostatnich kilkunastu lat do listy tej przybyło szereg nowych gatunków.

Również w Polsce, w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu, prowadzone są od kilku lat badania nad możliwością zastosowania metody radiacyjnej sterylizacji do zwalczania niektórych szkodników roślin. Do badań wybrano trzy gatunki owadów, których zwalczanie chemiczne jest dosyć uciążliwe i nie zawsze w pełni skuteczne. Owadami tymi są: nasionnica trześniówka (*Rhagoletis cerasi* L.) — szkodnik czereśni, strąkowiec fasolowy (*Acathoscelides obtectus* Say) — szkodnik fasoli magazynowej oraz mklik mączny (*Anagasta kühniella* Zell.) — szkodnik zboża magazynowanego i produktów przemiału. Na podstawie wieloletnich badań laboratoryjnych ustalono dawki sterylizujące, hamujące rozmnażanie napromienionych osobników oraz określono stadium owada najbardziej nadające się do sterylizacji [17, 80, 81]. Przeprowadzono także wstępne, laboratoryjne próby introdukcji sterylnych osobników do naturalnej populacji szkodnika. Otrzymano obiecujące wyniki upoważniające do przyjęcia, że w przyszłości metoda radiacyjnej sterylizacji może okazać się praktyczną metodą zwalczania wyżej wymienionych szkodników.

LITERATURA

- [1] Andrewartha H. G., Mondro J., Richardson N. L. — *The use of sterile males to control populations of Queensland fruit fly, Dacus tryoni (Frogg.) (Diptera: Tephritidae)*. Australian J. Zool., 15: 475—99, 1967.
- [2] Ascher K. R. S. — *A review of chemosterilants and oviposition-inhibitors in insects*. World Rev. Pest Control, 3: 7—27, 1964.
- [3] Ashrafi S. H., Brower J. H., Tilton E. W. — *Gamma radiation effects on testes and on mating success of the Indian meal moth, Plodia interpunctella*. Ann. Entomol. Soc. Am. 65: 1144—49, 1972.
- [4] Berlett A. C., Staten R. T., Ridgway W. O. — *Gamma radiation treatment of pink bollworm eggs*. J. Econ. Entomol. 66: 475—77, 1973.
- [5] Bauer H. — *Die kinetische organisation der lepidopteren — Chromosomen*. Chromosoma 22: 102—25, 1967.
- [6] Baumhover A. H., Graham A. J., Bitter B. A., Hopkins D. E., New W. D., Dudley F. H., Bushland R. C. — *Screw-worm control through release of sterilized flies*. J. Econ. Entomol. 48: 462—66, 1955.
- [7] Bednarczyk W. — *Utrwalanie żywności promieniowaniem jonizującym*. WPL Warszawa, 1963.
- [8] Berryman A. A. — *Mathematical description of the sterile male principle*. Can. Entomologist 99: 858—65, 1967.
- [9] Bezdenko T. T. — *Sočétanie biologičeskogo i chimičeskogo metodov v bor'be s vrediteljami sada. Zaščita rastenij ot vreditel'ej i boleznej*. 6: 26—28, 1962.
- [10] Bull J. O. — *Radiation experiments with the Mediterranean flour moth and the Australian sheep blowfly*. Report given before Panel on Insect Population Control by the Sterile — Male Technique. IAEA, Vienna, 1962.
- [11] Cheng W. Y., North D. T. — *Inherited sterility in the F₁ progeny of irradiated male pink bollworms*. J. Econ. Entomol. 65: 1272—75, 1972.
- [12] Cogburn R. R., Tilton E. W., Burkholder W. I. — *Gross effects of gamma radiation on the Indian-meal moth and the Angoumois grain moth*. J. Econ. Entomol. 59: 682—84, 1966.
- [13] Debolt J. W. — *Preliminary investigation of the effects of gamma irradiation on the fertility, survival, and mating competitiveness of the beet armyworm, Spodoptera exigua*. Proc. Nat. Symp. Radioecology, 3rd, 1971, 2: 1158—61, 1973.
- [14] Downes J. A. — *The gypsy moth and some possibilities of the control of insects by genetic means*. Can. Entomologist, 91: 661—64, 1959.
- [15] El Sayed E. J., Graves J. B. — *Effects of gamma radiation on the tobacco budworm. III irradiation of eggs and larvae*. J. Econ. Entomol. 62: 296—98, 1969.
- [16] Ercelik T. M., Holt G. G. — *Sterility inherited by the progeny of male cabbage loopers irradiated in various stages of development*. Environ. Entomol. 1: 592—96, 1972.
- [17] Głogowski K. — *Perspektywy stosowania sterylizacji owadów promieniami jonizującymi w ochronie roślin*. Biuletyn IOR, 1: 19—40, 1969.
- [18] Godwin P. A., Rule H. D., Waters W. E. — *Some effects of gamma irradiation of the gypsy moth, Porthetria dispar*. J. Econ. Entomol. 57: 986—90, 1965.
- [19] Golumbic C., Davis D. F. — *Radiation disinfection of grain and seeds*. Proc. Intern. Symp. Food Irradiation, Karlsruhe, Ger. 473—88, 1966.

- [20] Gonen M., Calderon M. — Effects of gamma radiation on *Ephestia cautella* (Wlk.) II. Effects on the progeny of irradiated males. J. Stored. Prod. Res. 7: 91—96, 1971.
- [21] Grosch D. S. Insect fecundity and fertility: chemically induced decrease. Science. 141: 732—33, 1963.
- [22] Grosch D. S., Sullivan R. L., LaChance L. E. — The comparative effectiveness of four beta — emitting isotopes fed to *Habrobracon* females on production and hatchability of eggs. Radiation Res. 5: 281—89, 1956.
- [23] Hethaway D. O. — Laboratory and field cage studies of the effects of gamma radiation on codling moths. J. Econ. Entomol. 59: 35—37, 1966.
- [24] Holt G. G. — Gamma — radiation induced damage to developing male germ cells in a species having holokinetic chromosomes, *Trichoplusia ni*. MS Thesis. North Dakota State Univ., Fargo N.D. 75, 1968.
- [25] Holt G. G., North D. T. — Effects of gamma irradiation on the mechanism of sperm transfer in *Trichoplusia ni*. J. Insect Physiol. 16: 2211—22, 1970.
- [26] Hossain M. M., Brower J. H., Tilton E. W. — Radiation sensitivity of successively irradiated generations of the Indian meal moth. J. Econ. Entomol. 65: 673—76, 1972.
- [27] Husseiny M., Madsen H. F. — Sterilization of the navel orange worm, *Paramyelois transitella* (Walker), by gamma radiation. Hilgardia. 36: 113—37, 1964.
- [28] Imms A. D. — A General Textbook of Entomology. (Revised by Richards, O. W., Davies R. G., Methuen London 886, 1957.
- [29] Jafri R. H. — Prospects of integrated microbial and radiation control of harmful insects. J. Invertebrate Pathol. 9: 293—97, 1967.
- [30] Klassen W., Norland J. F., Briggs R. W. — Sterilization of boll weavils with combinations of chemosterilants and X-rays, gamma rays, thermal neutrons, or fast neutrons. J. Econ. Entomol. 62: 1204—16, 1969.
- [31] Klassen W., Norland J. F., Bořkovec A. B. — Potential chemo-sterilization for the boll weevil. J. Econ. Ent. 61: 401—7, 1968.
- [32] Knipling E. F. — Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. J. Econ. Entomol. 48: 459—62, 1955.
- [33] Knipling E. F. — Sterile male method of population control. Science 130: 902—4, 1959.
- [34] Knipling E. F. — Use of insects for their own destruction. J. Econ. Entomol. 53: 415—20, 1960.
- [35] Knipling E. F. — The potential role of the sterility method for insect population control with special reference to combining this method with conventional methods. U.S. Dept. Agr. ARS — 33—98, 54, 1964.
- [36] Knipling E. F. — The sterility principle of insect population control. Pesticides Abstracts and News Summary. 10: 587—603, 1964.
- [37] Knipling E. F. — Some basic principles in insect population suppression. Bulletin Entomol. Soc. Am. 12: 7—15, 1966.
- [38] Knipling E. F. — The potential role of sterility for pest control. Principles of Insect Chemosterilization. 7—40. (La Brecque G. C., Smith. C. N., Eds., Appleton — Century — Crofts, New York 354), 1968.
- [39] Knipling E. F. — Suppression of pest Lepidoptera by releasing partially sterile males: A theoretical appraisal. Bioscience 20: 465—70, 1970.
- [40] LaBrecque G. C., Keller J. C. — Advances in insect population control by the sterile — male technique. Int. At. Energy Ag. Tech. Rept. Ser. 44: 79, 1965.
- [41] LaChance L. E., Knipling E. F. — Control of insect population through genetic manipulations. Ann. Entomol. Soc. Am. 55: 515—20, 1962.

- [42] LaChance L. E., Schmidt C. H., Bushland R. C. — *Radiation — induced sterilization*. In *Pest Control: Biological, Physical, and Selected Chemical Methods*, 147—96. New York Academic. 477, 1967.
- [43] Lassota A. — *The action of gamma rays on eggs, larvae and pupae of Bombyx mori*. Acta Biochim. Pol. 10: 379—86, 1963.
- [44] Laven H. — *Eradication of Culex pipiens fatigans through cytoplasmic incompatibility*. Nature. 216: 383—84, 1967.
- [45] Laven H. — *Genetische Methoden zur Schädlingsbekämpfung*. Anz. Schädlingkunde. 41: 1—7, 1968.
- [46] Lawson F. R. — *Theory of control of insect populations by sexually sterile males*. Ann. Entomol. Soc. Am. 60: 713—22, 1967.
- [47] Lea D. E. — *Actions of radiation on living cells*. London: Cambridge Univ. Press 2nd ed. 416, 1956.
- [48] Lightly P. M. — *Neutron irradiation in Antheraea eucalypti Scott*. J. Lepidopterists' Soc. 25: 239—40, 1971.
- [49] Linquist A. W. — *The use of gamma radiation for control or eradication of the screw-worm*. J. Econ. Entomol. 48: 467—69, 1955.
- [50] Linquist A. W. — *Insect population control by the sterile male technique*. In. At. Energy Ag. Tech. Rept. Ser. 21: 59, 1963.
- [51] Lipa J. J. — *Zarys patologii owadów*. PWRiL. W-wa, 1967.
- [52] Lipa J. J. — *Genetyczne metody zwalczania szkodliwych owadów*. Kosmos 2: 117—33, 1973.
- [53] McDonald P. T., Rai K. S. — *Population control potential of heterozygous translocations as determined by computer simulations*. WHO/VBC/70 226: 28, 1970.
- [54] Melvin R., Bushland R. C. — *The nutritional requirements of screw-worm larvae*. J. Econ. Entomol. 33: 850—2, 1941.
- [55] Murakami A. — *Comparison of radiosensitivity among different silkworm strains with respect to the killing effect on the embryo* Mutat. Res. 8: 343—52, 1969.
- [56] Murakami A., Kondo S., Tazima Y. — *Enhancing effect of fractionated irradiation with 14 MeV neutrons on the induction of visible recessive mutations in silkworm gonads*. Ann. Rep. Nat. Inst. Genet. Jap. 16: 109—10, 1965.
- [57] Myburgh A. C. — *Low temperature sterilization of false codling moth, Argyroplote leucotreta Meyr., in export citrus*. J. Entomol. Soc. S. Africa 28: 277—85, 1965.
- [58] Nagasawa S., Shinohara H., Shiba M. — *Differential susceptibilities in sexes of Callosobruchus chinensis L. to the sterilizing effects of triphenyltin hydroxide*. J. Stored. Prod. Res., 3: 177—84, 1967.
- [59] Nielsen R. A. — *Radiation biology of the greater wax moth: (Galleria mellonella L.): Effects on developmental biology, bionomics, mating-competitiveness, and F₁ sterility*. PhD thesis. Utah State Univ., Logan, Utah 154, 1971.
- [60] North D. T. — *The cytogenetic basis of radioresistance in lepidopteran species, Trichoplusia ni. (Abstr.)* Radiat. Res. 31: 615, 1967.
- [61] North D. T. — *Inherited sterility in Lepidoptera*. Ann. Rev. of Entomol.: 167—82, 1975.
- [62] North D. T., Holt G. G. — *Genetic and cytogenetic basis of radiation — induced sterility in the adult male cabbage looper, Trichoplusia ni*. In *Isotopes and Radiation in Entomology*, 391—402. Vienna: Int. At. Energy Ag, 1968.

- [63] North D. T., Holt G. G. — *Inherited sterility in progeny of irradiated male cabbage loopers*. J. Econ. Entomol. 61: 923—31, 1968.
- [64] North D. T., Holt G. G. — *Population suppression by transmission of inherited sterility to progeny of irradiated cabbage looper, Trichoplusia ni*. Can. Entomol. 101: 513—20, 1969.
- [65] North D. T., Holt G. G. *Population control of Lepidoptera: The genetic and physiological basis*. Manitoba Entomol. 4: 53—69, 1970.
- [66] North D. T., Holt G. G. — *Inherited sterility and its use in population suppression of Lepidoptera*. In Application of Induced Sterility for Control of Lepidoptera Populations, 99—111. Vienna: Int. At. Energy Ag. 169, 1971.
- [67] North D. T., Holt G. G. — *Radiation studies of sperm transfer in relation to competitiveness and oviposition in the cabbage looper and corn earworm*. In Application of Induced Sterility for Control of Lepidoptera Populations. 87—97. Vienna: Int. At. Energy Ag. 169, 1971.
- [68] Proshold F. I., Bartell J. A. — *Inherited sterility in progeny of irradiated male tobacco budworms: Effects on reproduction, developmental time, and sex ratio*. J. Econ. Entomol. 63: 280—85, 1970.
- [69] Proshold F. I., Bartell J. A. — *Fertility and survival of tobacco budworms, Heliothis virescens, from gamma — irradiated females*. Can. Entomol. 105: 377—82, 1973.
- [70] Proverbs M. D. — *Progress on the use of induced sexual sterility for the control of the codling moth, Carpocapsa pomonella*. Proc. Entomol. Soc. Ontario 92: 5—11, 1962.
- [71] Proverbs M. D., Newton J. R. — *Effect of heat on the fertility of the codling moth, Carpocapsa pomonella (L.)*. Can. Entomol. 94: 225—53, 1962.
- [72] Proverbs M. D., Newton J. R., Logan D. M. — *Orchard assessment of the sterile male technique for control of the codling moth, Carpocapsa pomonella (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae)*. Can. Entomol. 98: 90—95, 1966.
- [73] Qureshi Z. A., Wilbur D. A., Mills R. B. — *Sublethal gamma radiation effects on prepupae, pupae, and adults of Angoumois grain moth*. J. Econ. Entomol. 61: 1699—1705, 1967.
- [74] Qureshi Z. A., Wilbur D. A., Mills R. B. — *Irradiation of early instars of the Angoumois grain moth*. J. Econ. Entomol. 63: 1241—47, 1970.
- [75] Rai K. S., McDonald P. T., Asman M. — *Cytogenetics of two radiation-induced, sex — inked translocations in the yellow fever mosquito, Aedes aegypti*. WHO/VBC/70: 224, 1970.
- [76] Reinecke L. H., Klassen W., Norland J. F. — *Damage to testes and recovery of fertility in boll weevils fed chemosterilants*. Ann. Entomol. Soc. Am. 62: 511—25, 1969.
- [77] Riordan D. F. — *Effects of high-intensity light flashes on mortality and reproduction of Aedes aegypti (L.)*. Can. J. Zool. 44: 895—902, 1966.
- [78] Riordan D. F. — *Sterilization studies*. Can. Dept. Agr. Res. Inst., Belleville, Ont., Res. Rept, 1966.
- [79] Rogers R. W. — *Particle dosimetry and the inhibition of mitosis in the grasshopper neuroblast by low dosage alpha irradiation*. Radiation Res. 3: 18—37, 1955.
- [80] Rosada J. — *Zwalczanie strąkowca fasolowego (Acanthoscelides obtectus Say, Coleoptera, Bruchidae) za pomocą promieniowania jonizującego*. Prace Nauk. IOR, XIX (1): 191—207, 1977.
- [81] Rosada J. — *Próba wykorzystania promieniowania jonizującego do zwalczania mkiika mącznego (Anagasta künniella Zell.)* Ochr. Roślin. 1: 14—16, 1978.

- [82] Rule H. D., Godwin P. A., Waters W. E. — *Irradiation effect on spermatogenesis in the gypsy moth Porthetria dispar*. J. Insect Physiol. 11: 369—78, 1965.
- [83] Sado T. — *Spermatogenesis of the silkworm and its bearing on radiation induced sterility*. I. J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 12: 387—404, 1963.
- [84] Sado T. — *Spermatogenesis of the silkworm and its bearing on radiation induced sterility*. II. J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 10: 252—65, 1968.
- [85] Sandner H. — *Biologiczne metody ochrony roślin*. PWRiL W-wa, 1971.
- [86] Serebrovski A. S. — *O novom vozmožnom metode borby s vrednymi nasekomymi*. Zool. Žurn. 19: 618—30, 1940.
- [87] Serebrovski A. S. — *Teoretičeskie osnovanija translokacjonnoho metoda borby s vrednymi nasekomymi*. Nauka. Moskva 86.
- [88] Stimmann M. W. — *Inherited sterility among progeny of male cabbage loopers treated with tepa*. J. Econ. Entomol. 64: 784—87, 1971.
- [89] Sugai E., Ijime T. — *Dose rate effect of radiation spermatogenia of the silkworm*. Nature 213: 943—44, 1967.
- [90] Sugai E., Suzuki S. — *Male sterility in the progeny of the male silkworm, Bombyx mori, orally administered apholate*. Appl. Entomol. Zool. 6: 126—30.
- [91] Taxima Y. — *The genetics of the silkworm*. London: Logos 253, 1964.
- [92] Toba H. H., Kishaba A. N. — *Cabbage loopers: pupae sterilized with fractionated doses of gamma irradiation*. Environ. Entomol. 2: 118—24, 1973.
- [93] Vinson S. B., Landano R. L., Bartlett A. C. — *Effect of gamma radiation on tissues of the tobacco budworm, Heliothis virescens*. Ann. Entomol. Soc. Am. 62: 1340—47, 1969.
- [94] Virkki N. — *Gametogenesis in the sugarcane borer moth, Diatraea saccharalis (F.)*. J. Agr. Univ. P. R. 47: 102—37, 1963.
- [95] Walker D. W. — *Insect Sterility Program Techn. Rep.* Puerto Rico Nuclear Center, Mayaguez P. R. 7: 35, 1973.
- [96] Walker D. W., Quintana-Munez V., Padovani F. — *Effect of gamma irradiation on immature sugarcane borers*. In Sterility Principle for insect Control or Eradication, 513—24, Vienna: Int. At. Energy Ag. 542, 1971.
- [97] Whitten M. J., Norris K. R. — *„Boobytrapping” as an alternative to sterile males for insect control*. Nature. 216: 1136, 1967.
- [98] Wigglesworth V. B. — *The Principles of Insect Physiology* Methuen London 886, 1965.

POZYCJA SINIC (CYANOPHYTA) W ŚWIECIE ORGANIZMÓW

Czy muszą być wyłączone z nazewnictwa objętego kodeksem botanicznym?

„What's in a name? that which we call a rose
By any other name would smell as sweet ...”

(Cóż jest w imieniu? to co różą zwiemy
woń słodką roztoczy pod każdym nazwaniem ...
Tłum. Jerzy Nowak)

Romeo and Juliet, Act II. W. Shakespeare

Pod tym pięknym cytatem stara się Murray [12] uzasadnić propozycję zmiany nazwy łacińskiej sinic *Cyanophyta* na *Cyanobacteria*. Ta propozycja stała się podstawą żądania postawionego przez bakteriologów, by sposób określania gatunków i nazewnictwo sinic wyłączyć spod przepisów międzynarodowego kodeksu nomenklatury botanicznej i stosować kodeks nomenklatury bakteriologicznej.

Sinice traktuje się jako jedną z grup roślin objętych u nas tradycyjnie wspólną nazwą glonów (która to nazwa ma już od dawna tylko popularne, a nie systematyczne znaczenie). Minęło już 100 lat odkąd zwrócono uwagę na wyraźną odrębność sinic od innych roślin i ich wspólne cechy z bakteriami. Sinice opatrzone nazwą *Myxophyceae* Wallroth 1833 [24], *Phycocchromophyceae* Rabenhorst 1863 [15], *Cyanophyceae* Sachs 1874 [17], albo *Schizophyceae* Kirchner 1878 [7] i wraz z bakteriami określanymi jako *Schizomycetes* von Naegeli 1857 [14], *Bacteriaceae* Cohn 1875 [5], a później *Bacteria* Haeckel 1894 [7] złączono w *Protophyta* Sachs 1874 [17] i następnie *Schizophyta* Cohn 1895 zwane u nas rozprątkami. Nazwy te podlegały z biegiem czasu rozmaitym zmianom, rozmaite też były poglądy na pokrewieństwo i stanowisko systematyczne obu grup organizmów: znany i dotąd uznawany specjalista od sinic Geitler [6] oddzielił sinice jako *Cyanophyta* (wraz z chlorobakteriami) od bakterii, potem znowu doskonały botanik Chadeaud [3] typem *Schizophyta* objął zarówno sinice *Cyanoschizophytineae*, jak i bakterie *Bacterioschizophytineae*.

Już w 1937 r. Chatton [4] zaproponował rozróżnianie organizmów prokariotycznych obejmujących sinice i bakterie oraz organizmów eukariotycznych, tj. wszystkich innych organizmów roślinnych i zwierzęcych na zasadzie dwu generalnych modeli budowy komórki. Liczne, dokładne badania cytologiczne (szczególnie w elektronowym mikroskopie transmisyjnym) i biochemiczne podbudowały ten podział ugruntowywany stopniowo przez szereg specjalistów bakteriologów [1, 10, 12, 18, 19, 22]. Spośród cech różnicujących uważa się za najważniejsze: nukleoplazma czyli substancja jądrowa, tzw. genofor (termin wprowadzony przez Risa [16] dla uniknięcia skojarzenia z chromosomem lub jądrem) wszystkich

sinic i bakterii nie jest odgraniczony błoną od cytoplazmy, jak to jest u wszystkich eukariotów i ma inną budowę strukturalną; u prokariotów ribosomy mają inną strukturę niż u eukariotów; w przeciwieństwie do eukariotów prokarioty nie mają plastydów ani mitochondriów; ponadto nie występują u nich wici złożone z 9 podwójnych włókienek peryferyjnych i 2 włókienek centralnych, jakie występują u wszystkich eukariotycznych wiciowców roślinnych i zwierzęcych.

Tych dwu modeli budowy organizmów komórkowych użył Murray [11] dla wydzielenia dwu taksonów najwyższego stopnia: królestwa mikrobów *Procaryotae* i królestwa *Eucaryotae* obejmujące protista, oraz rośliny i zwierzęta; zdaniem Allsoppa [1] *Procariota* i *Eucariota* zasługują nawet na nazwę „superkrólestw”. Natomiast według Whittakera [25] prokariotyczność i eukariotyczność jest tylko nadzwyczaj ważną cechą charakterystyczną budowy komórek organizmów: prokariotyczność właściwa jest wyłącznie organizmom z królestwa *Monera* (monère = solitaire = odosobniony, pojedynczy, termin użyty jeszcze przez Haeckla, 1866, 1878, 1894, na hipotetyczne jednokomórkowe nito rośliny nito zwierzęta) obejmującego sinice i bakterie; eukariotyczne organizmy zgropował w cztery królestwa: *Protista* pierwoszczaki lub prątworki — gdyby użyć dawnych polskich nazw figurujących w słowniku Erazma Majewskiego [9] dla odróżnienia od *Protozoa* czyli pierwotniaków — obejmujące jednokomórkowe i kolonijne rośliny i organizmy o cechach pośrednich między roślinami i zwierzętami (*Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Pyrrophyta*) i zwierzęta (*Hyphochytridiomycota*, *Plasmodiophoromycota*, *Sporozoa*, *Cnidosporidia*, *Zoomastigina*, *Sacrodina*, *Ciliophora*); z pierwoszczaków wyprowadził trzy dalsze, niezależne od siebie królestwa: *Plantae* Rośliny z krasnorostami, brunatnicami i roślinami zielonymi obejmującymi zielenice, mszaki i rośliny naczyniowe; *Fungi* Grzyby; *Animalia* Zwierzęta, organizmy wielokomórkowe i tkankowe.

Spśród kilku innych warto jeszcze wspomnieć o dwu, dalej jeszcze idących schematach Leedalea [27] nie wyróżniających królestwa *Protista*: schemacie „pteropodialnym” (złożonym z czterech królestw), w którym w trzech eukariotycznych królestwach zaznaczony jest tylko „poziom protistów” i schemacie „wachlarzowym”, w którym eukarioty podzielono na wiele (18) większych i mniejszych, monofiletycznych królestw oddzielonych od prokariotycznego królestwa *Monera* hipotetycznym ogniwem historycznym, tj. okresem, w którym doszło do symbiozy komórek i wytworzenia organelli [26].

Rozpatrując różnicowanie organizmów w obrębie prokariotów Stannier, Kunisawa, Mandel i Cohen-Bazire [21] wyrazili pogląd, że sinice powinny być uznane za jedną z grup bakterii fototroficznych, odróżniającą się specyficznymi barwnikami i aerobową fotosyntezą. W konsekwencji tego, w podstawowej zbiorowej monografii bakteriologicznej, jaką jest ósme wydanie „Bergey's Manual of Determinative Bacteriology” z 1974 r. [2], Murray [12] zaproponował podział królestwa *Procariotae* na prokarioty fototroficzne czyli „*Photobacteria*” obejmujące fotobakterie sinozielone (sinice), purpurowe i zielone (zwane dawniej *Chlorobacteriaceae*) oraz prokarioty obojętne na światło czyli „*Scotobacteria*”.

Mimo tak ważnych cech, dzięki którym sinice i bakterie przeciwstawia się wszystkim innym organizmom kuli ziemskiej, różnice pomiędzy sinicami i bakteriami są tak znaczne, że sinice pozostały przedmiotem systematycznych badań botaników fykologów (algologów), podczas gdy

systematyczne studia nad bakteriami są prowadzone przez bakteriologów (mikrobiologów).

Początkowo wyróżnianie gatunków bakterii, zwłaszcza tworzących w przyrodzie makroskopowe skupienia złożone z wyraźnie widocznych pod mikroskopem świetlnym komórek i kolonii, odbywało się na tych samych zasadach co i w rozmaitych grupach systematycznych roślin, w tym także i sinic. Międzynarodowe przepisy nomenklatury botanicznej opracowywane przez specjalne zespoły specjalistów są uchwalane na międzynarodowych kongresach botanicznych; kodeks nomenklatury zoologicznej tylko w niektórych szczegółach różni się od botanicznego, kryteria wyróżniania jednostek systematycznych są w zasadzie takie same. Pierwsze przepisy nomenklatury botanicznej pochodzą z 1867 r. (Kodeks Paryski). Podstawowe dziś obowiązujące botaników przepisy zatwierdzono w 1959 r. na kongresie w Montrealu: podlegają im sinice, ale wyłączono z niego bakterie.

Otóż na pierwszym międzynarodowym kongresie mikrobiologicznym (bakteriologicznym) w Paryżu w 1930 r. uznano, że istnieje potrzeba ustalenia odrębnych przepisów dla uregulowania i tworzenia nazewnictwa bakterii i wirusów, z uwagi na odrębne metody i kryteria stosowane z konieczności dla identyfikowania gatunków, zwłaszcza w medycynie, weterynarii i rolnictwie. W szeroko rozwiniętych działach bakteriologicznych tych dziedzin identyfikacja gatunków musi być oparta na jednogatunkowych szczepach wyizolowanych ze swego naturalnego środowiska, hodowanych na sztucznych pożywkach, poddanych nie tylko opisowi morfologicznemu i cytologicznemu, ale i szczegółowym badaniom fizjologicznym i biochemicznym. Bakterie mają nadzwyczaj dużą różnorodność mechanizmów przemiany materii i to zmusza bakteriologów do przywiązywania ogromnej wagi do ich cech fizjologicznych i biochemicznych (choćby ze względu na ich wagę w lecznictwie, hodowli i przemyśle spożywczym), które można określić tylko na podstawie kultur. Typem nomenklatorycznym gatunku jest wybrana akseniczna kultura zarejestrowana w jednej z kolekcji kultur, a nie zabezpieczone okazy wybrane z określonego stanowiska typowego w przyrodzie. Pierwsze przepisy wydrukowano w 1948 r., ostatnia obowiązująca wersja Międzynarodowego Kodeksu Nomenklatury Bakteriologicznej została opublikowana w 1975 r.

W konsekwencji nazwania sinic cyjanobakteriami, grupa bakteriologów i niektórych, pracujących na kulturach sinic badaczy pod egidą R. Y. Staniera z Instytutu Pasteura w Paryżu uznała [23], że terminy „bakteria” i „prokariot” są synonimami i na tej podstawie wystąpiła z wnioskiem do Międzynarodowego Komitetu Systematyki Bakteriologicznej, żeby nazewnictwo sinic poddać przepisom międzynarodowego kodeksu nazewnictwa bakterii i to już od stycznia 1979 r. Żądanie to zostało ogłoszone w kwietniu 1978 r. w *International Journal of Systematic Bacteriology* (czasopiśmie rzadko przeglądany przez fykologów) w imieniu Podkomitetu dla Bakterii Fototroficznych powołanego przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Towarzystw Mikrobiologicznych.

Autorzy tego żądania są zdania, że skoro w pracach taksonomicznych nad sinicami coraz częściej stosuje się hodowle jednogatunkowe, to nie ma powodu, by hodowle nie mogły posłużyć do oparcia opisów na nich, a nie na zabezpieczonych okazach wziętych z natury, lub nawet tylko pokazanych na rycinach (jak to ma miejsce u bardzo wielu

gatunków sinic i innych glonów o bardzo małych wymiarach i występujących w przyrodzie w znikomych ilościach). Sądzą, że jedyna dodatkowa informacja dostarczona przez większość istniejących opisów i ilustracji typów sinic dotyczy ekologii. Uważają, że tymczasowo może mieć zastosowanie przepis nr 18 kodeksu bakteriologicznego pozwalający na późniejsze zastąpienie obecnych typów przez wyselekcjonowane żywe szczepy. Ich zdaniem, nawet jeżeli gatunek sinicy jest już obecnie określony kryteriami genetycznymi i fenotypowymi na podstawie kultur, to i tak taksonom bakterii może nie móc go nazwać zgodnie z wymaganiami nomenklatorycznymi kodeksu bakteriologicznego.

Opublikowane żądanie zawiera także zalecenie, by zatwierdzenie listy nazw gatunków sinic zweryfikowanych w myśl kodeksu bakteriologicznego zostało przeprowadzone do 1 stycznia 1985 r. (dla bakterii ustalono już wcześniej termin do stycznia 1980 r.).

Ze strony botaników fykologów podjęty został protest przeciwko temu żądaniu. Zainicjował go Stjepko Golubić, wytrawny jugosłowiański specjalista od sinic współczesnych i kopalnych, pracujący obecnie w Stanach Zjednoczonych. W proteście tym podnosi się fakt odrębności sinic od bakterii, konieczności odnoszenia sinic do populacji naturalnych i do warunków panujących w naturze a nie w sztucznych pożywkach, jak to musi się robić w przypadku większości bakterii. Obecne kultury sinic odnoszą się tylko do bardzo małej ilości gatunków spotykanych w naturze i nie dają pojęcia o różnorodności sinic. Ponadto często kultury te są źle oznaczone i pozbawione informacji o warunkach ekologicznych panujących w naturalnych populacjach, z których zostały wyizolowane. Badanie populacji naturalnych sinic dostarcza jedyne go sposobu odniesienia kultur do świata. To właśnie badania ekologiczne sinic wymagają identyfikacji taksonomicznej, która pozwala następnie na porównywanie populacji w ujęciu historycznym, nawiązującym także do okazów kopalnych. Badanie szczepów wyizolowanych w kulturze uznaje jako korzystny dodatek umożliwiający poznanie własności fizjologicznych i biochemicznych gatunku oraz jego zmienności morfologicznej. Przyjęcie kodeksu nomenklatury bakteriologicznej uniemożliwiłoby opisywanie takich taksonów sinic, których nie udaje się skutecznie przenieść do kultur tylko dlatego, że gatunek ten żyje w warunkach, których nie można odtworzyć w laboratorium. Taksonomia danej grupy organizmów powinna być narzędziem ułatwiającym pracę taksonoma, a nie celem samym w sobie. Narzucenie fykologom kodeksu bakteriologicznego spowoduje zamęt i doprowadzi do „nielegalnego” opisywania gatunków sinic w odniesieniu do kodeksu nomenklatury botanicznej.

Postuluje się utrzymanie podporządkowania sinic przepisom kodeksu botanicznego z dopuszczeniem kultur jako uzupełnienia typu w postaci utrwalonej próbki z naturalnej populacji, i pozostawienie dokumentacji fotograficznej lub rysunkowej (ikonotypu), jeżeli spełnienie tamtych warunków nie jest możliwe.

Postawienie tak ostro wyrażonych żądań przez bakteriologów w stosunku do fykologów i narzucenie z góry, bez dyskusji, terminów, w dodatku nadzwyczaj krótkich, robi wrażenie dogmatycznego podejścia do nauki przez niektórych, nawet bardzo wytrawnych i bardzo zasłużonych specjalistów. Z pewnością można będzie uzgodnić poglądy dopuszczając do dyskusji wspólnej bakteriologów i fykologów, np. na specjalnej sesji Międzynarodowego Zespołu Roboczego do Badań Sinic (Internationale

Arbeitsgemeinschaft für Cyanophyceenforschung) mającego siedzibę w Szwajcarii.

Przeforsowanie zmiany zasad wyróżniania gatunków sinic odbiłoby się równie ujemnie na badaniach hydrobiologicznych, ekologicznych i sanitarnych jak to się stało w bakteriologii: bakteriologowie pracujący w terenie poprzestają obecnie zwykle na wyróżnianiu grup fizjologicznych bakterii — lub na wymienianiu tylko nazwy rodzajowej gatunków dobrze zdefiniowanych przez botaników — gdyż określenie ich według wymagań przepisów bakteriologicznych jest dla nich technicznie zbyt uciążliwe.

Fykologowie prowadzący kultury sinic wiedzą również, że niektóre gatunki tak bardzo zmieniają się w hodowli, że nie można ich później zidentyfikować z okazami żyjącymi w naturze. Ponadto hodowanie sinic w kulturach bezbakteryjnych (aksenicznych) jest niekiedy prawie niemożliwe, gdyż nadzwyczaj trudne jest usuwanie bakterii tkwiących w galaretkach sinic, i to nie tylko z powodów technicznych: być może są one niektórym gatunkom sinic niezbędne do życia.

Studiując wstępne artykuły zamieszczone w ostatnim wydaniu „Bergey's Manual of Determinative Bacteriology” stanowiącym jakby podstawę do omawianego żądania bakteriologów można równocześnie znaleźć podbudowanie do protestu fykologów i od dawna znane powody uzasadniające utrzymanie rozdziału pomiędzy sinicami i bakteriami. Podczas gdy „skotobakterie” można uważać za organizmy różne zarówno od zwierząt, jak i od roślin, te wszystkie „fotobakterie” (z powodu cechy zaznaczonej w nazwie) mają cechy roślin. Jednak, w przeciwieństwie do innych prokariotów, w tym także do pozostałych „fotobakterii”, tylko u sinic fotosynteza odbywa się w systemie tylakoidów jak to jest u innych glonów i roślin wyższych, tylko sinice mają chlorofil a, barwnik asymilacyjny występujący także u wszystkich innych glonów, mszaków i roślin naczyniowych, i tylko one wydzielają w czasie asymilacji tlen; ponadto tylko one mają umożliwiające fotosyntezę barwniki z grupy fykobiliproteinów (allofykocyjanina, fykocyjanina, niekiedy fykoerytryna) występujące także u innych glonów. Nic więc dziwnego, że mimo propozycji dzielenia prokariotów na fotobakterie i skotobakterie trzon podręcznika zachował podział na sinice i bakterie.

Nie ma powodu do traktowania nazwy prokariota jako synonimu bakterii. Propozycja wyłączenia sinic spod przepisów kodeksu nomenklatury botanicznej jest nieuzasadniona. Nawet nazywanie sinic cyjanobakteriami nie odbierze im cech roślin i nie zmieni istotnych różnic dzielących je od bakterii.

LITERATURA

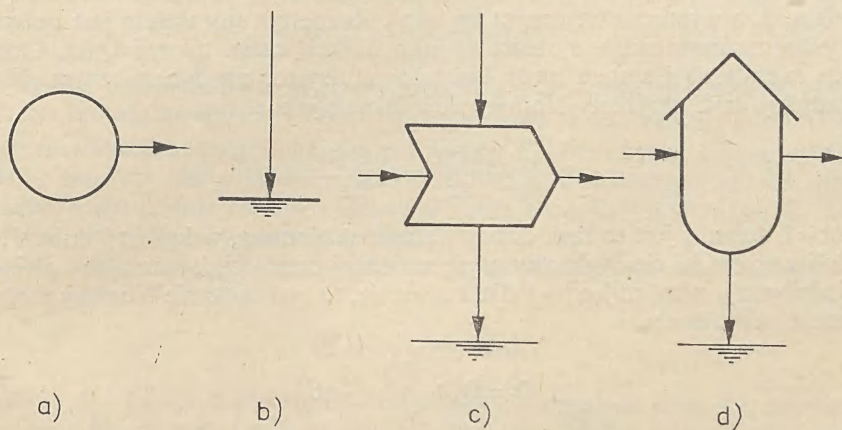
- [1] Allsopp A. — *Phylogenetic relationship of the Procaryota and the origin of the eucariotic cell*. New Phytol. 68: 591—612, 1969.
- [2] Buchanan R. E., Gibbons N. E. (co-ed.) — *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 8th ed. Baltimore, Williams and Wilkins Comp., str. 1268, 1974.
- [3] Chadeffaud M. — Ann. Biol. 28, 5/6, 1952.
- [4] Chatton E. — *Titres et travaux scientifiques*. Sottano, Sète, 1937.

- [5] Cohn F. — *Untersuchungen über Bakterien*. Beitr. Biol. Pflanz. 1, 2: 127—224, 1872.
- [6] Geitler L. — Beitr. Bot. Centralbl., 41, 2, 1935.
- [7] Haeckel E. H. — *Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen*. I. Berlin, G. Reimer, 1894.
- [8] Kirchner O. — *Algen*. W: Cohn F., Kryptogamenflora von Schlesien. Breslau, Kern, 2, 1: 1—284, 1878.
- [9] Majewski E. — *Stownik nazwisk zoologicznych i botanicznych polskich*. Warszawa—Lipsk, Paprocki, Brockhaus, 1894.
- [10] Murray R. G. E. — *Fine structure and taxonomy of bacteria*. W: Ainsworth and Sneath (ed.), Microbial classification. Cambridge Univ. Press: 19, 1962.
- [11] Murray R. G. E. — *Microbial structure as an aid to microbial classification and taxonomy*. Spisy, Fac. Sci. Univ. Purkyne, Brno, 43: 249—252, 1968.
- [12] Murray R. G. E. — *A place for Bacteria in the living world*. W: Bergey's manual of determinative bacteriology, Baltimore, 8th Edition: 4—13, 1974.
- [13] Murray R. G. E. — *Division I. The Bacteria*. W: Bergey's manual of determinative bacteriology, Baltimore, 8th Edition: 23, 1974.
- [14] Naegeli C. — W: Caspary, Bericht ueber die Verhandlungen der 33. Versammlung deutscher Naturforschers und Aerzte. Bot. Ztg. 15: 749—776, 784—792, 1857.
- [15] Rabenhorst L. — *Kryptogamen-Flora von Sachsen der Ober-Lausitz, Thüringen und Nordböhmen*. Leipzig, E. Kummer: 56, 1854.
- [16] Ris H. — *Ultrastructure and molecular organization of genetic systems*. Can. J. Genet. Cytol., 3: 95, 1961.
- [17] Sachs J. *Lehrbuch der Botanik*, 4 Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1—928, 1874.
- [18] Stanier R. Y. — *La place des bactéries dans le monde vivant*. Ann. Inst. Pasteur, Paris, 101: 297, 1961.
- [19] Stanier R. Y. — *Some aspects of the biology of cells and their possible evolutionary significance*. W: Charles and Knight (ed.), Organization and control in procariotic and eucariotic cells. Cambridge University Press, 1970.
- [20] Stanier R. Y. — *Division I. The Cyanobacteria*. W: Bergey's manual of determinative bacteriology. Baltimore, 8th Edition: 22, 1974.
- [21] Stanier R. Y., Kunisawa R., Mandel M. i Cohen-Bazire G. — *Purification and properties of unicellular blue-green algae (order Chroococcales)*. Bacteriol. Rev. 35: 171, 1971.
- [22] Stanier R. Y., Sistrion W. R., Hansen T. A., Whitton B. A., Castenholz R. W., Pfenning N., Gorlenk V. N., Kondratieva E. N., Eimhjellen K. E., Whittenbury R., Gherna R. L. i Trüpfner H. G. — *Proposal to place the nomenclature of the Cyanobacteria (blue-green algae) under the rules of the international code of nomenclature of Bacteria*. Intern. J. System. Bacter., 28, 2: 335—336, 1978.
- [23] Wallroth — Fl. Crypt. Germ., 1833.
- [24] Whittaker R. H. — *New concepts of kingdom of organisms*. Science, 163, 3863: 150—160, 1969.
- [25] Hageman R. — *Hipotezy na temat ewolucji chloroplastów i mitochondriów*. Kosmos A, 27: 477—491, 1978.
- [26] Leedale G. F. — *How many are the kingdoms of organisms?* Taxon, 23: 261—270, 1974.

MATEMATYCZNE MODELOWANIE WZROSTU ROŚLIN*

1. PODSTAWOWE POJĘCIA I SYMBOLE

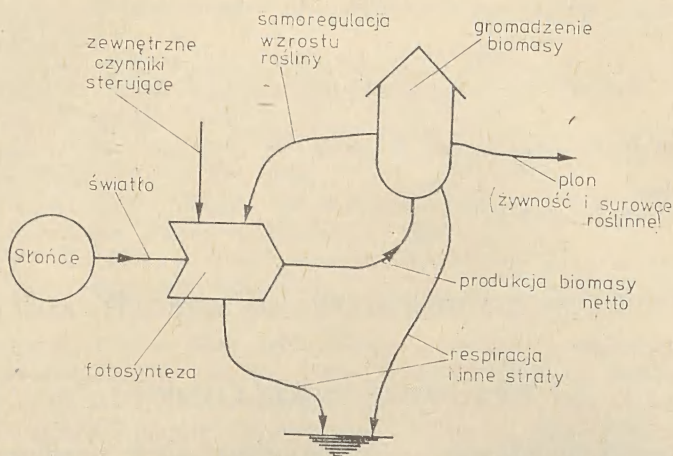
Rośliny tworzą produktywność pierwotną ekosystemów, transformując energię promieniowania słonecznego w biomasę roślinną w procesie fotosyntezy. Wzrost roślin można więc opisywać jako proces transformacji energii w biomasę. W celu matematycznego opisu wzrostu roślin wprowadza się kilka pomocniczych pojęć i symboli, wg koncepcji Oduma [6] jak na rys. 1.



Rys. 1. Elementy tworzące system roślinny: a) źródło energii, b) upust traczonej energii, c) transformacja energii w biomasę, d) gromadzenie biomasy połączone z jej częściowymi stratami

Podstawowym źródłem energii jest tu promieniowanie słoneczne, a energia wiatru i deszczu ma drugorzędne znaczenie. Rozpraszanie energii lub rozkład biomasy oznacza się jako upust (odpływ). Dopływająca do systemu energia jest w procesie fotosyntezy transformowana na biomasę— a transformacja ta współdziała z dodatkowymi dopływami energii, materii lub informacji sterującej. Produkowana drogą fotosyntezy biomasa jest w roślinie stopniowo gromadzona, podlegając jednak częściowemu rozkładowi w procesie respiracji. Produkcja roślinna jest przedstawiona graficznie na rys. 2.

* Wykład wygłoszony na IV Jesiennej Szkole Matematycznego Modelowania i Analizy Systemowej w Biologii Populacyjnej PAN, 24 X 1978, Zawoja.



Rys. 2. Schematyczne odwzorowanie procesu produkcji roślinnej

Wprowadzona symbolika może być punktem wyjścia dla matematycznego opisu działania systemu produkcji biomasy w procesie fotosyntezy. Przyjmuje się tu założenie, że stan rośliny jest w pełni zdefiniowany przez jej biomasę, oznaczaną dalej symbolem Q , o wymiarze fizycznym kg ha^{-1} . Rozpatrywany system jest opisywany przez jedną zmienną stanu systemu Q jako funkcję czasu t , czyli $Q(t)$. Czas jest zmienną niezależną i system może być nazwany systemem dynamicznym. Natężenie produkcji czyli przyrosty biomasy definiuje się jako:

$$q = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{\Delta Q(t)}{\Delta t} \quad (1)$$

i dla $\Delta t = 1$ doba, q jest to tzw. dobowy przyrost biomasy, w $\text{kg ha}^{-1} \text{doba}^{-1}$.

Jeżeli wprowadzi się dyskretny zapis zmiennej czasowej, oznaczając kolejne dni roku indeksem j , przyjmując $j=1$ dla 1 stycznia, to gromadzenie biomasy może być zapisane następująco:

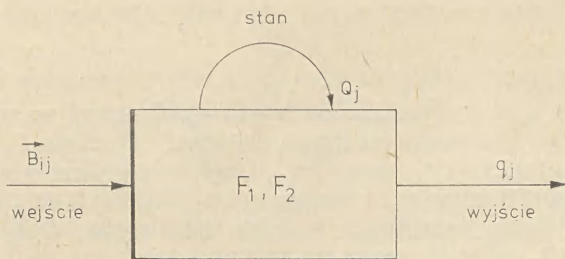
$$Q_j = Q_0 + \sum_{j=t_0}^{i=t_e} q_j \cdot \Delta t \quad (2)$$

gdzie Q_0 — ilość biomasy w chwili $j=t_0$, t_0 i t_e — początek i koniec okresu wzrostowego, jako odpowiednie dni roku.

Czynniki wzrostu rośliny czyli bodźce środowiskowe oznaczamy kolejno idenksem $i=1, 2, \dots, k$. Tak więc ekologiczne oddziaływanie środowiska na roślinę zapisuje się jako wektor jednokolumnowy:

$$\vec{B}_i = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_k \end{pmatrix} = B(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (3)$$

Działanie środowiska w chwili j oznacza się jako $\vec{B}_{ij}$. Rozpatrywany system ma na wejściu wartości $\vec{B}_{ij}$, na wyjściu przyrost biomasy q_j , stan systemu oznacza się jako Q_j . Schematycznie przedstawia to rys. 3.



Rys. 3. Rozpatrywany system

Relacje pomiędzy $\vec{B}_{ij}$, Q_j oraz q_j opisywane są przez dwie funkcje F_1 i F_2 , obie określone na iloczynie kartezjańskim Q_j i $\vec{B}_{ij}$. Przyrosty roślinne określa się z wyrażenia:

$$q_j = F_2(Q_j, \vec{B}_{ij}) \quad (4)$$

gdzie F_2 jest to relacja przyczynowo-skutkowa istniejąca pomiędzy czynnikami wzrostu $\vec{B}_{ij}$ a dobowymi przyrostami biomasy q_j dla określonego stanu rośliny Q_j . Funkcja F_2 jako zależność przyczynowo-skutkowa jest inwariantna względem czasu, można więc napisać:

$$q_{j+1} = F_2(Q_{j+1}, \vec{B}_{i,j+1}) \quad (5)$$

Na ogół w piśmiennictwie naukowym funkcję F_2 nazywa się „funkcją produkcyjną”, bo opisuje produkcję roślinną q_j wyzwalaną przez czynniki środowiskowe $\vec{B}_{ij}$. Istnieje wiele proponowanych postaci funkcji F_2 , poczynając od funkcji Cobb-Douglasa, poprzez różne postacie funkcji Mitscherlicha-Baulego, aż do różnych wielomianów jak podają Hexem i Heady [3] oraz Kowalik [4]. Funkcja F_2 będzie dokładniej analizowana w niniejszej pracy.

Wzrost rośliny polega na przechodzeniu jej przez kolejne stadia rozwojowe Q_j . Funkcja wzrostu ma postać:

$$Q_{j+1} = F_1(Q_j, \vec{B}_{ij}) \quad (6)$$

Funkcja F_1 opisuje prawidłowości rozwojowe, polegające m.in. na stopniowym gromadzeniu biomasy powstającej drogą fotosyntezy. Można to zapisać w oparciu o równanie (2):

$$Q_{j+1} = Q_0 + \sum_{j=t_0}^{j=te} q_j \cdot \Delta t + q_{j+1} \cdot \Delta t \quad (7)$$

i po podstawieniu równania (4) do (7) mamy:

$$Q_{j+1} = Q_0 + \sum_{j=t_0}^{j=te} [F_2(Q_j, \vec{B}_{ij})] \cdot \Delta t + q_{j+1} \cdot \Delta t \quad (8)$$

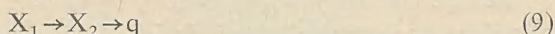
Widać więc, że „funkcja wzrostu” F_1 z równania (6) może być aproksymowana równaniem (8) jako prostym sumowaniem wegetatywnych przyrostów biomasy. Oczywiście w przyszłości można podjąć dyskusję nad fenologią i generatywnym rozwojem roślin i bardziej precyzyjnie opisywać „funkcję wzrostu” F_1 .

2. REAKCJA ROŚLIN NA CZYNNIKI ZEWNĘTRZNE

Poniżej przedstawiono matematyczny opis relacji pomiędzy dobowymi przyrostami biomasy q_j a czynnikami ekologicznymi działającymi na roślinę $\tilde{B}_{ij}$, poszukując funkcji F_2 i jej analitycznego zapisu „a priori”. Funkcję F_2 wyprowadza się z równań fenomenologicznych opisujących przepływy i użycie substratów w roślinie wzorując się na Thornley'u [8]. Rozpatruje się proces dwuetapowy:

1) najpierw substraty występujące w środowisku rośliny o stężeniu X_1 dopływają do miejsca ich użycia wewnątrz rośliny, gdzie mają stężenie X_2 ;

2) następnie substrat o stężeniu X_2 podlega przetworzeniu w produkt q , na przykład w biomasę roślinną, jako $(CH_2O)_n$, powstającą w wyniku reakcji fotosyntezy. Można to przedstawić jako:



gdzie strzałka oznacza relację wynikania.

Na drodze przepływu pomiędzy X_1 a X_2 (gdzie przepływ ma charakter ruchu dyfuzyjnego) występuje oporność R i natężenie przepływu równa się wówczas:

$$\text{przepływ} = \frac{X_1 - X_2}{R} \quad (10)$$

Przetwarzanie substratu X_2 w produkt q ma postać opisywaną równaniem Michaelis-Mentena:

$$\text{produkcja} = \frac{k X_2}{K_m + X_2} \quad (11)$$

gdzie k i K_m są stałymi empirycznymi.

Jeżeli przyjmie się, że przepływ od X_1 do X_2 oraz transformacja X_2 w q zachodzą z takim samym natężeniem, to mamy:

$$q = (X_1 - X_2)/R, \quad q = kX_2/(K_m + X_2) \quad (12)$$

i można uzyskać z ostatniego układu równań (12) relację między czynnikiem środowiskowym X_1 a natężeniem produkcji fotosyntetycznej q . Mamy bowiem:

$$X_2 = X_1 - qR, \quad X_2 = qK_m/(k - q) \quad (13)$$

i po uporządkowaniu, wprowadzając dla uproszczenia zapisu podstawienie $X_1 = x$ mamy:

$$-Rq^2 + (Rk + K_m + x)q - kx = 0 \quad (14)$$

oraz po podzieleniu obu stron przez $(Rk + K_m)k$ mamy:

$$-\frac{Rk}{Rk + K_m} \left(\frac{q}{k}\right)^2 + \left(1 + \frac{x}{Rk + K_m}\right) \left(\frac{q}{k}\right) - \frac{x}{Rk + K_m} = 0 \quad (15)$$

Po podstawieniu nowego współczynnika (który jest stały i w miarę potrzeby wyznaczany empirycznie):

$$Rk + K_m = K \quad (16)$$

otrzymujemy:

$$-\frac{Rk}{K} \left(\frac{q}{k}\right)^2 + \left(1 + \frac{x}{K}\right) \left(\frac{q}{k}\right) - \frac{x}{K} = 0 \quad (17)$$

a po przyjęciu, że

$$Rk/K = b \quad (18)$$

mamy:

$$-b \left(\frac{q}{k} \right)^2 + \left(1 + \frac{x}{K} \right) \left(\frac{q}{k} \right) - \frac{x}{K} = 0 \quad (19)$$

Jest to więc poszukiwana relacja pomiędzy substratem x a produktem q , wyprowadzona przez Thornley'a (1976). Po pomnożeniu obu stron przez k^2 mamy:

$$-bq^2 + kq \left(1 + \frac{x}{K} \right) - k^2 x / K = 0 \quad (20)$$

Z ostatniego równania otrzymujemy:

$$-bq^2 + q \left(\frac{kx}{K} + k \right) - k \frac{kx}{K} = 0 \quad (21)$$

i podstawiając:

$$k = q_m, \quad k/K = \alpha \quad (22)$$

gdzie q_m — maksymalne możliwe dobowe przyrosty biomasy, mamy:

$$bq^2 - q (\alpha x + q_m) + \alpha x q_m = 0 \quad (23)$$

W równaniu (23) produktem q może być np. natężenie produkcji procesu fotosyntezy, a czynnikiem wzrostu (substratem x_i) natężenie światła I lub stężenie dwutlenku węgla C . Maksymalny współczynnik efektywności wykorzystania światła to $\alpha \approx q/I$, a maksymalna efektywność wykorzystania CO_2 to $\tau \approx q/C$. Jak podaje Thornley [8] dla światła mamy:

$$q^2 b - q (\alpha I + q_m) + \alpha I q_m = 0 \quad (24)$$

i dla dwutlenku węgla:

$$q^2 b - q (\tau C + q_m) + \tau C q_m = 0 \quad (25)$$

natomiast równanie dla światła i dwutlenku węgla łącznie, w oparciu o dane empiryczne, podał Rabinovich (1951) w postaci:

$$q^2 \tau r_d - q [\alpha I \tau (r_x + r_d) + \tau C] + \alpha I \tau C = 0 \quad (26)$$

gdzie: q — dobową produkcją procesu fotosyntezy, r_d — oporność dyfuzyjna dla CO_2 , r_x — oporność karboksylazowa, α — współczynnik efektywności fotochemicznej, I — natężenie światła, τ — współczynnik efektywności przetwarzania CO_2 na produkty fotosyntezy, C — stężenie CO_2 w powietrzu.

Równanie (23) może być również zapisane w postaci:

$$q^2 - q \left(\frac{q_m}{b} + \frac{\alpha}{b} \cdot x \right) + \frac{\alpha}{b} \cdot x \cdot q_m = 0 \quad (27)$$

i po podstawieniu proponowanych przeze mnie współczynników:

$$q_o = q_m/b, \quad A = \alpha/b, \quad F = 1 - b \quad (28)$$

otrzymujemy:

$$q^2 - q (q_o + Ax) + Ax q_o (1 - F) = 0 \quad (29)$$

$$q^2 - q (q_o + Ax) + (Ax q_o - F q_o Ax) = 0 \quad (30)$$

co jest prostym równaniem kwadratowym gdzie zmienną niezależną jest q a parametrem x . Można to przekształcić do postaci:

$$Axq_0 - qq_0 = qAx + q^2 - Fq_0 Ax = 0 \quad (31)$$

$$(q_0 - q)(Ax - q) = Fq_0 Ax \quad (32)$$

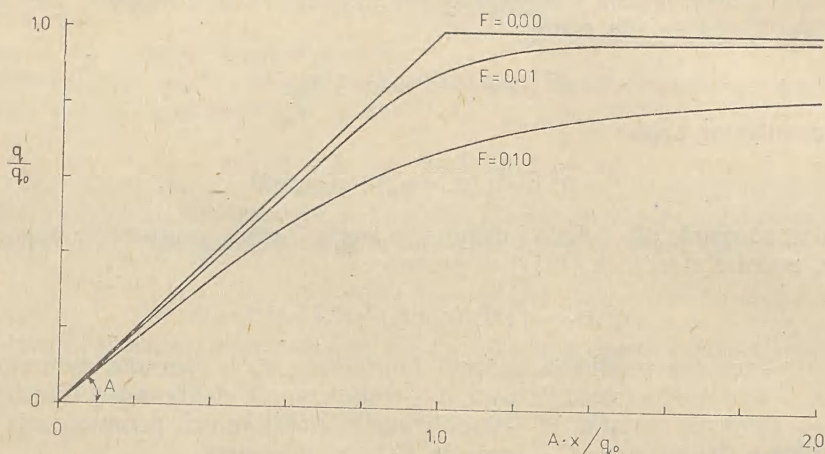
$$\left(\frac{q_0 - q}{q_0}\right) \left(\frac{Ax - q}{Ax}\right) = F \quad (33)$$

$$\left(1 - \frac{q}{q_0}\right) \left(1 - \frac{q}{Ax}\right) = F \quad (34)$$

gdzie q — dobowe przyrosty biomasy, q_0 — maksymalne możliwe przyrosty dobowe, x — czynnik wzrostu, A — maksymalna możliwa efektywność wykorzystania czynnika wzrostu, F — współczynnik empiryczny, $0 < F \ll 1$. Równanie (30) jak też równanie (34) ma rozwiązanie analityczne w postaci:

$$q = \frac{A}{2} \cdot x + \frac{q_0}{2} - \frac{1}{2} [(q_0 + Ax)^2 - 4q_0 Ax (1 - F)]^{1/2} \quad (35)$$

Rozpatrywane równanie względem zmiennej niezależnej x jest hiperbolą nieprostokątną, która może być graficznie przedstawiona jak na rys. 4 dla współczynników $F=0,1$, $F=0,01$ i $F=0,0$.



Rys. 4. Graficzna ilustracja równań [30] i [34] opisujących relację między czynnikiem wzrostu x a dobowymi przyrostami biomasy q dla różnych wartości współczynnika F

Asymptoty hiperboli to:

$$q = q_0 (1 - F) \quad (36)$$

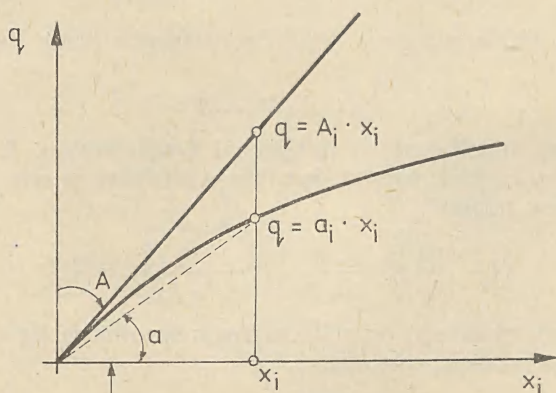
$$q = Ax + q_0 F \quad (37)$$

i dla $F=0$ dochodzimy do tzw. modelu Blackmana [1] gdzie rozwój rośliny opisywany jest przez dwie proste:

$$q = Ax, \quad q = q_0 \quad (38)$$

3. RÓWNANIE WIELOCZYNNIKOWE

Z ostatnich rozwiązań widać, że dla jednego rozpatrywanego czynnika wzrostu x uzyskuje się jako „funkcję produkcyjną” F_2 równanie hiperboli nieprostokątnej. Hiperbola taka przedstawiona jest na rys. 5 wraz z graficzną interpretacją współczynnika A , który jest tangensem kąta nachylenia asymptoty $q = Ax$.



Rys. 5. Graficzna interpretacja współczynników efektywności a_i i A_i

Jeżeli rozpatruje się dowolny czynnik wzrostu x_i ($i=1, 2, \dots, k$) to można napisać, że w otoczeniu zera w R^k tj. w otoczeniu punktu $(0, \dots, 0)$ czyli dla $x_i \rightarrow 0$ występuje maksymalna możliwa efektywność wykorzystania czynnika x_i dla przyrostu q , czyli:

$$\text{dla } x_i \rightarrow 0 \text{ mamy } q = A_i \cdot x_i,$$

$$\text{dla } x_i \gg 0 \text{ mamy } q = a_i \cdot x_i,$$

oraz

$$a_i = q/x_i \quad (39)$$

gdzie a_i jest oczywiście funkcją od x_i . Jak widać z rys. 5:

$$A_i x_i > a_i x_i \quad (40)$$

czyli

$$A_i - a_i > 0$$

oraz

$$A_i - a_i = S_i \quad (41)$$

gdzie S_i może być nazwane umownie wskaźnikiem obniżonej efektywności. Dla normalnie rosnącej i rozwijającej się rośliny jej efektywność wykorzystywania czynników ekologicznych powinna być możliwie wysoka, a więc względny wskaźnik obniżonej efektywności powinien być minimalizowany zgodnie z równaniem, zaproponowanym przez Vissera [9]:

$$\sum_{i=1}^{i=k} \frac{dS_i}{S_i} = 0 \quad (42)$$

co po scałkowaniu daje:

$$\ln S_1 + \ln S_2 + \ln S_3 + \dots = \ln C \quad (43)$$

$$S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \dots = C$$

i po podstawieniu równań (41) i (39) mamy:

$$\left(A_1 - \frac{q}{x_1}\right) \left(A_2 - \frac{q}{x_2}\right) \left(A_3 - \frac{q}{x_3}\right) \dots = C \quad (44)$$

oraz

$$\left(1 - \frac{q}{A_1 x_1}\right) \left(1 - \frac{q}{A_2 x_2}\right) \left(1 - \frac{q}{A_3 x_3}\right) \dots = F \quad (45)$$

gdzie $0 < F \ll 1$. Ostatnie równanie (45) wyprowadzone przez Vissera [9] opisuje funkcję:

$$q(x_1, x_2, x_3, \dots)$$

jako nieprostokątną hiperboloide w przestrzeni k -wymiarowej. Jeżeli w równaniu (45) pewien dowolny czynnik wzrostu jest odpowiedzialny za tzw. przyrost potencjalny q_0 , to możemy napisać:

$$\left(1 - \frac{q}{q_0}\right) \left(1 - \frac{q}{A_1 x_1}\right) \left(1 - \frac{q}{A_2 x_2}\right) \dots = F \quad (46)$$

co dla jednego rozpatrywanego czynnika wzrostu sprowadza się do równania (34) i do równania hiperboli nieprostokątnej.

4. INTERPRETACJE EMPIRYCZNE

W wyprowadzonym powyżej modelu jako główny czynnik wzrostowy rozpatruje się np. transpirację, a przyrosty potencjalne q_0 — jako dobowe przyrosty biomasy standardowego łąnu roślinnego obliczone wg koncepcji de Wita [10]. Można podać zbiór instrukcji arytmetycznych dla prognozowania plonów w postaci:

$$Q_j = \sum_{j=t_0}^{j=te} q_j \cdot \Delta t \quad (47)$$

gdzie plon kumulatywny Q_j dla j -tego dnia jest sumą dobowych przyrostów obliczanych z równania (35). Można je zapisać podstawiając: $x = w$, gdzie w — transpiracja dobową, A — maksymalny możliwy współczynnik efektywnego wykorzystania wody w produkcji biomasy:

$$q_j = \frac{A}{2} w_j + \frac{q_{0j}}{2} - \frac{1}{2} [(q_{0j} + A w_j)^2 - 4 q_{0j} A w_j (1 - F)]^{1/2} \quad (48)$$

Z kolei możliwe dobowe przyrosty biomasy łąnu roślinnego oblicza się z wyrażenia podanego przez Feddesa i wsp. [2]:

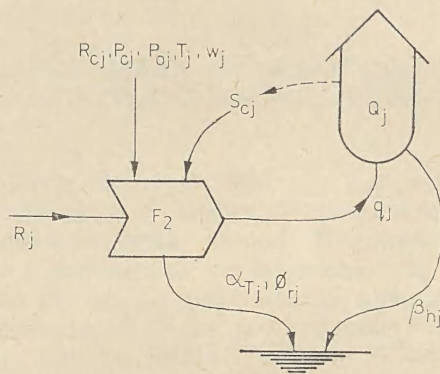
$$q_{0j} = [\Lambda_j P_{0j} + (1 - \Lambda_j) P_{cj}] \cdot \sigma_{rj} \cdot \alpha_{Tj} \cdot S_{cj} \cdot \beta_{hj} \quad (49)$$

gdzie P_{0j} i P_{cj} to dobowe przyrosty roślinności w $\text{kg ha}^{-1} \text{doba}^{-1}$ dla nieba całkowicie zachmurzonego (P_{0j}) i bezchmurnego (P_{cj}) obliczone przez de Wita [10], σ_{rj} — współczynnik uwzględniający straty biomasy na respirację, α_{Tj} — współczynnik uwzględniający wpływ temperatury na fotosyntezę, S_{cj} — stopień pokrycia gleby przez rośliny, β_{hj} — współczynnik wskazujący jaką część rośliny jest użyteczna i zbierana jako plon. Wszystkie cztery współczynniki mieszczą się w przedziale od 0 do 1 i są bezwymiarowe. Λ_j — oznacza wskaźnik zachmurzenia w j -tym dniu, obliczany z wyrażenia:

$$\Lambda_j = (R_{cj} - R_j) / 0.8 R_{cj} \quad (50)$$

gdzie R_j — aktualna radiacja słoneczna, R_{cj} — radiacja maksymalna możliwa dla bezchmurnego nieba dla rozpatrywanej szerokości geograficznej. Wartości R_{cj} , P_{cj} i P_{oj} interpoluje się z tablicy opracowanej przez de Wita [10].

Struktura proponowanego modelu matematycznego wzrostu roślin może więc być przedstawiana jak na rys. 6,



Rys. 6. Model uwzględniający radiację słoneczną R_j i transpirację w_j jako główne czynniki wzrostu
 $\neq$ oznaczenia symboli podano w tekście

gdzie funkcja F_2 opisywana jest równaniami (48), (49) i (50), wiążąc przyrost q_j z bodźcami środowiskowymi.

Przykłady praktycznego zastosowania omawianego modelu wymagają osobnego omówienia i zainteresowany czytelnik może znaleźć dokładniejsze dane w książkach Kowalika [5] oraz Feddesa i wsp. [2] dla warzyw, ziemniaków i użytków zielonych

LITERATURA

- [1] Blackman F. F. — *Optima and limiting factors*. Ann. Botany 19: 281—295, 1905.
- [2] Feddes R. A., Kowalik P., Zaradny H. — *Simulation of field water use and crop yield*. Simulation Monograph, Pudoc, Wageningen, ss. 189, 1978.
- [3] Hexem R. W., Heady E. O. — *Water production functions for irrigated agriculture*. The Iowa State University Press. Ames, ss. 215, 1978.
- [4] Kowalik P. — *Some cybernetic ideas in the theory of control of land ecosystems*. W: R. M. Dmowski (Ed.) System analysis and modelling approaches in environment systems. Institute of Applied Cybernetics, Warszawa, ss. 607, 1974.
- [5] Kowalik P. — *Podstawy teoretyczne agrohydrologii Żuław*. Acta Technica Gedanensia 11, Gdańsk, ss. 98, 1976.
- [6] Odum H. T. — *An energy circuit language for ecological and social systems: its physical background*. W: B. C. Patten (Ed.) Systems analyses and simulation in ecology, II. Academic Press, New York, ss. 592, 1971.
- [7] Rabinovich E. — *Photosynthesis and related processes*. Wiley Intersci., New York, ss. 605, 1951.

- [8] Thornley J. — *Mathematical models in plant physiology, a quantitative approach to problems in plant and crop physiology*. Academic Press, London, ss. 318, 1976.
- [9] Visser W. C. — *Mathematical models in soil productivity studies, exemplified by the response to nitrogen*. Plant Soil, XXX, 2: 161—182, 1969.
- [10] Wit C. T. de — *Photosynthesis of leaf canopies*. Agric. Res. Rep. 665, Pudoc, Wageningen, ss. 57, 1965.

WŁODZIMIERZ OSTROWSKI

Instytut Biochemii Lekarskiej
Kraków

INŻYNIERIA GENETYCZNA I JEJ PRZEWIDYWANE SKUTKI PRAKTYCZNE *

W roku 1926 Amerykanin J. B. Sumner zapukał do pracowni znanego fiz.chem. T. Svedberga w Uppsali i powiedział: Jestem Sumner, to ja wykryłem enzym ureazę. Svedberg pokazał nieznanemu kółko na czole i odwracając się zatrzasnął mu przed nosem drzwi. Na marginesie można dodać, że obaj uczeni otrzymali nagrodę Nobla, każdy za swoje osiągnięcia. W 5 lat później odbył się Międzynarodowy Kongres Biochemii w Paryżu, gdzie Northrop referował własności dalszych krystalicznych enzymów wyisobnionych z soku żołądkowego i trzustkowego i mimo to była tam jeszcze duża grupa wysokiej klasy badaczy, którzy uważali, że reakcje chemiczne zachodzące w żywym organizmie są powodowane przez nieokreślone procesy transmisji energii przy udziale niematerialnych czynników a nie białek-enzymów. Nie minęło od tego czasu 50 lat a biochemia rozwinęła się nie tylko jako rozległa dyscyplina, która przyniosła tak dużo innym dziedzinom nauki, ale wpłynęła w istotny sposób na nasze obecne pojęcia filozoficzne i światopoglądowe i przyniosła wprost niewymierne wartości w życiu wszystkich społeczeństw.

Badania biochemiczne poczynając od lat 30 naszego stulecia przynosiły w każdej kolejnej dekadzie coraz to nowe, niejednokrotnie spektakularne osiągnięcia, które nie tylko rozwiązywały konkretne zagadnienia podstawowe związane ze strukturą i funkcjonowaniem żywej materii, ale były niemal natychmiast wykorzystywane w praktyce. W latach 30 największe osiągnięcia uzyskano w zakresie witamin i koenzymów. Dlatego w tym czasie rozwinęła się również nauka o środkach żywności i racjonalnym żywieniu. Wyizolowanie i synteza witaminy C doprowadziła do likwidacji szkorbutu, badania nad witaminą D doprowadziły do skutecznej walki z krzywicą, w zakresie witaminy A ze ślepotą dzieci, w zakresie witaminy B z pelagrą, a później doprowadziły do całkowitej eliminacji śmiertelnego schorzenia anemii złośliwej, dzięki wyizolowaniu, ustaleniu struktury i mechanizmu działania witaminy B₁₂. Należy tu podkreślić, że choroby z niedoboru witamin były przede wszystkim schorzeniami biedoty ludzkiej — są bowiem wynikiem niedożywienia. Dlatego poznanie powyższych faktów pozwoliło podjąć odpowiednie kroki, jak ustalenie minimalnych racji żywnościowych czy też stosowanie odpowiednich uzupełnień do pokarmów, które by zabezpieczały przed skutkami chorób z niedoboru witamin. Z kolei lekceważe-

* Koreferat wygłoszony na posiedzeniu Prezydium PAN w dniu 24.10.1978 r.

nie zdobył nauki w zakresie roli tych czynników w żywieniu lub ich celowe wykorzystywanie przeciwko prawidłowemu rozwojowi organizmu jak to miało miejsce w niemieckich obozach koncentracyjnych i jeńskich, zostało uznane za zbrodnie przeciwko ludzkości.

Lata 40, to ogromny rozwój badań metabolicznych, których zdyktowanie nastąpiło dzięki szerokiemu wprowadzeniu izotopów jako znaczników związków chemicznych. Dzięki doświadczeniom przeprowadzanym bezpośrednio na żywym organizmie uzyskano ogromną ilość informacji o mechanizmie procesów prawidłowych i patologicznych, działania leków, o sposobie działania środków chwastobójczych i owadobójczych, a przede wszystkim stwierdzono po raz pierwszy podstawowy fakt biologiczny, że wszystkie składniki komórki organizmu żywego znajdują się w stanie dynamicznej równowagi, której naruszenie prowadzi nieuchronnie do wypaczenia różnych procesów fizjologicznych i w konsekwencji do procesu patologicznego.

Zastosowanie w 50 latach metod fizycznych do badania struktury składników wielkocząsteczkowych komórek, doprowadziło do największego odkrycia naszego stulecia — do poznania struktury kwasów nukleinowych i odczytania kodu genetycznego. Poznanie, że natura wybrała ten tak stosunkowo prosty i niezawodny sposób samopowielania się materii żywej umożliwiający jej egzystencję, a równocześnie nieograniczony rozwój od momentu powstania pierwszych form życia na ziemi, uzmysłowił ludziom fakt, że dobór naturalny w długim okresie ewolucji oddziaływał poprzez kształtowanie się stosownych struktur molekularnych dziedziczonych za pomocą odpowiedniego zespołu genów i utrwalił wszystkie cechy organizmów żywych łącznie ze sferą psychiczną rozumnej istoty. Wprowadzono wówczas termin biologia molekularna, który miał bardziej odzwierciedlać charakter toczących się procesów w organizmie żywym.

Ostatnie kilkanaście lat, to gwałtowny rozwój biochemii i biologii molekularnej inspirowany przez odkrycia w zakresie struktury i funkcji kwasów nukleinowych oraz biosyntezy białka, który oprócz dalszych osiągnięć w badaniach podstawowych, o czym jeszcze będę mówił, przyniósł wielkie korzyści medycynie, stworzył nowe perspektywy dla intensywnej hodowli roślin i zwierząt, jak również w istotny sposób wpływa na zmiany technologii we współczesnym przemyśle chemicznym, farmaceutycznym, fermentacyjnym, mleczarskim i w ochronie naturalnego środowiska. Właśnie dzięki tym badaniom współczesna medycyna może leczyć schorzenia występujące na skutek zaburzeń krzepnięcia i zaburzeń struktury barwnika krwi, wywołane defektami genetycznymi, zaburzeniami mechanizmów odpornościowych, wprowadzono skuteczne leki dla terapii enzymatycznej i hormonalnej chorób przewodu pokarmowego, schorzeń endokrynologicznych i uzyskano środki dla zapobiegania niepożądaney ciąży. Wprowadzono do diagnostyki lekarskiej wiele testów, w tym precyzyjne testy prenatalnego wykrywania różnych zaburzeń, co stwarza nieocenione możliwości uchronienia ludzi przed przyjściem na świat nieuleczalnie chorego potomstwa. Wprowadzono badania skringowe, m.in. w naszym kraju u noworodków, pozwalające ratować tysiące dzieci od następstw fenyloketonemii i galaktozemii, schorzeń genetycznych prowadzących do ciężkich uszkodzeń mentalnych i fizycznych na całe życie. Manipulacje za pomocą hormonów, antybiotyków i innych czynników doprowadziły obecnie do ponad 80% wzrostu przeciętnej wagi trzody chlewnej, przy tym samym poziomie zużytko-

wywanej paszy. Hormonopodobne substancje, prostaglandyny zwiększają efektywność sztucznej inseminacji poprzez wywołanie rui u zwierząt hodowlanych w dowolnym czasie. Niezwykle obiecującym osiągnięciem są wyniki nad uodparnianiem zwierząt przed ich urodzeniem za pomocą stosownych środków chemicznych i uwolnienie ich w ten sposób od większości chorób, które ograniczają produkcję mięsa. Można bez przesady stwierdzić, że metody diagnostyczne, sposoby leczenia i hodowli prowadzone bez znajomości mechanizmów molekularnych są zawsze niepełne, powierzchowne, są często nieskuteczne i są działaniem na ślepo.

Badania nad strukturą genomów wirusów komórek bakterii i wyższych organizmów doprowadziły w ostatnich latach do nowych osiągnięć, m.in. metodycznych, dzięki którym możemy dokładniej poznawać nie tylko strukturę nośników genów, ale również mechanizmy regulujące ich biosyntezę, ich przetwarzanie, rekombinację i sposób ekspresji zawartych w nich informacji. Odkrycie zjawiska odwrotnej transkrypcji, bliższe scharakteryzowanie enzymów syntetyzujących kwasy nukleinowe oraz obronnych enzymów u niektórych drobnoustrojów, tzw. endonukleaz restrykcyjnych było bezpośrednim ciągiem zdarzeń uświadamiających fakt, że mamy w rękach nową technikę o wprost nieograniczonych możliwościach wykorzystania, której dziś poświęcamy swoje posiedzenie.

W ostatnich kilku latach na czoło technik współczesnej biochemii wysunęły się dwa kierunki, które jako sposoby podejścia znalazły szerokie zastosowanie tak w badaniach podstawowych, jak i w praktyce gospodarczej. Są to inżynieria enzymatyczna oraz inżynieria genetyczna, przy czym coraz to szersze wykorzystanie pierwszej techniki jest warunkowane rozwojem tej drugiej. Pierwsza technika jest związana z rozwojem badań nad tzw. enzymami nierozpuszczalnymi oraz mutantami stosownych drobnoustrojów i ich zastosowaniem na dużą skalę w przemyśle. Spośród setek już opracowanych technologii tego typu i wprowadzonych do praktyki, na szczególne podkreślenie zasługuje problem enzymatycznego przekształcania celulozy na glukozę, a tę z kolei na etanol. Za pomocą prostych reaktorów enzymatycznych wypełnionych komórkami drobnoustrojów (*T. viride*) i odpowiednio przygotowanymi enzymami (celulazy, β -glukozydazy) z ok. 10 kg zmielonego drewna, starych gazet, słomy lub innych produktów celulozowych otrzymuje się ponad 4 l etanolu. Do picia taki produkt się nie nadaje, ale służy jako materiał energiodajny lub półprodukt w przemyśle chemicznym, np. do syntezy etylenu. Koszt takiej produkcji wynosi ok. 5 centów na litr, wg cen z 1977 r., w skali kilkaset ton produkcji dziennie. Na powyższej zasadzie opartych jest setki technologii wykorzystywanych w przemyśle chemicznym, farmaceutycznym, spożywczym i energetycznym. Zalety technologii enzymatycznych, to minimalne zużycie energii, proste urządzenia fabryczne pracujące bez zanieczyszczania środowiska i zajmujące niewielkie powierzchnie. Dla wprowadzenia powyższych technologii niezbędna jest współpraca mikrobiologów, genetyków, enzymologów i oczywiście przemysłu. Dla wyselekcjonowania odpowiednich szczepów drobnoustrojów zmuszonych do zwiększonej produkcji niezbędnych enzymów na dużą skalę konieczne staje się wykorzystanie m.in. drugiej z kolei techniki, tj. inżynierii genetycznej.

Oceniając stan zaawansowania badań w tej dziedzinie należy na wstępie stwierdzić, że określone postępy poczyniono w przypadku klonowa-

nia rekombinowanego DNA u najprostszych organizmów. Gramujemne komórki bakterii jelitowej *E. coli* są na razie jedynym organizmem, w którym można powielać DNA z innego organizmu prokariotycznego. Próby z klonowaniem DNA eukariotów w komórkach *E. coli* prowadzą czasem do pomyłkowych transkrypcji i translacji i kończą się często niepowodzeniem. Pracuje się jednak obecnie nad zaadaptowaniem do tego celu bakterii gębowej *Bacillus subtilis*, która jest gramodatnim drobnoustrojem, a więc genetycznie różnym od *E. coli*, ale nie wytwarzającym plazmidów — wygodnych jak wiadomo wektorów dla wprowadzenia i powielenia DNA w komórce gospodarza. Próby przeniesienia i implantacji plazmidów z innych drobnoustrojów do komórki *B. subtilis* są obiecujące, przeto jest możliwe, że niedługo otrzymamy rozszerzenie możliwości klonowania bardziej złożonych układów rekombinowanych. Czynione są również próby z najprostszymi komórkami eukariotycznymi, tj. komórkami drożdży, jednak fakt przejścia w ewolucji od prokariota do eukariota jest związany z ogromnym wzrostem stopnia komplikacji struktury genomu tych ostatnich, co powoduje trudności przy manipulowaniu tymi strukturami. Nowe zdobycze w zakresie struktury chromatyny i budowy genów w organizmach eukariotycznych wskazują, że genom tych organizmów jest układem podlegającym ciągłej reorganizacji związanej z określonym stadium życia komórki, przez co jest bardziej labilny i nieakceptowany przez ustroje o mniej dynamicznej strukturze genomu. Być może, że wstępna modyfikacja DNA eukariotów przed jego propagacją, jak to obecnie czynimy w przypadku wektorów wirusowych — co ma zapobiegać przed niszczeniem komórki żywiciela przez wirus — będzie drogą do rozwiązania tego złożonego problemu. Innym zagadnieniem, które się rysuje przy planowanym rozszerzeniu stosowania techniki inżynierii genetycznej na organizmy eukariotyczne, to sprawa stosownych wektorów. Wirusy są jedynym jak na razie sposobem wprowadzenia rekombinowanego DNA do komórek żywiciela eukariotycznego, gdyż komórki tych organizmów nie posiadają plazmidów. Wprawdzie w niektórych organizmach, jak komórki *HeLa*, *Drosophila* i komórki tytoniu wykryto rozproszony w cytoplazmie niskodrobinowy cirkularny DNA, który mógłby być użyty jako wektor, ale na razie brak danych czy ten rodzaj DNA występuje powszechnie u eukariotów i czy będzie możliwe jego wykorzystanie jako wektora.

Wprowadzenie do komórki obcego DNA zwłaszcza o bardzo złożonej strukturze, jak to ma miejsce w przypadku genów wyższych ustrojów stwarza nową jakość genetyczną w tej komórce. Okazuje się, że taki heterologiczny DNA jest bardziej podatny na niewielkie zmiany warunków hodowli komórek, na działanie enzymów nukleolitycznych, na mutacje i inne czynniki. Dlatego poszczególne stadia ekspresji takiego materiału genetycznego charakteryzują się licznymi pomyłkami, co w konsekwencji prowadzi do powstania zupełnie zmienionego produktu translacji. Kierunku tych zmian nie jesteśmy na razie w stanie przewidzieć, gdyż nie mamy żadnej teorii przewidywania zmian ewolucyjnych, znamy tylko zarys zmian jakie następowały na podstawie retrospektywnej teorii ewolucji.

Kolejnym zagadnieniem, które musimy rozwiązać, to fragmentacja, identyfikacja oraz izolowanie odpowiedniego odcinka DNA spośród sekwencji genów zawartych w genomie ustrojów wyższych. Możemy tu wykorzystać szereg możliwych podejść, jak hybrydyzacja, odwrotna transkrypcja lub totalna synteza chemiczna genu jeśli znamy jego struk-

ture. Początki w tym zakresie są już poczynione, ale tylko w odniesieniu do najprostszych znanych strukturalnie układów, natomiast nie wiemy jak daleko pozwoli nam pójść bariera molekularna i jakie wyniki będzie można osiągnąć w przypadku genów o bardziej złożonej strukturze i funkcji.

Jak widać, wprowadzenie do praktyki techniki inżynierii genetycznej będzie musiało być związane z badaniami podstawowymi prowadzonymi w różnych kierunkach. Jednak mimo trudności jakie piętrzą się obecnie, stwarza ona wprost nieograniczone możliwości. Przede wszystkim przyniesie ona postęp w badaniach podstawowych w dziedzinie struktury genów, konstrukcji map chromosomalnych, w badaniach nad mechanizmem działania wirusów, nad mechanizmem kancerogenezy, w dziedzinie zjawisk immunologicznych i różnicowania komórek a tym samym będzie można wyjaśnić w jaki sposób informacja genetyczna jest przetwarzana na odpowiedni fenotyp. Dalsze cele, praktyczne, to uzyskiwanie w tańszy sposób takich produktów jak np. insulina — której ogromny niedobór obserwuje się na świecie z uwagi na znaczną częstotliwość przypadków cukrzycy insulinozależnej, różnych innych hormonów białkowych, enzymów, przeciwciał a przede wszystkim zwiększonej produkcji masy białkowej i węglowodanów.

Pragnę w tym miejscu jeszcze raz podkreślić, że współczesna biochemia przynosi jeszcze inne rozwiązania i inne podejścia, które na doraźny użytek w prostszy i szybszy sposób stwarzają możliwości rozwiązania niektórych kluczowych problemów istotnych na przykład dla rolnictwa. Dlatego uważam za szczególnie szczęśliwą okoliczność fakt poświęcenia posiedzenia Prezydium PAN tematowi inżynieria genetyczna, którym fascynuje się dziś cały świat naukowy, jak również przemysł. Musimy jednak zdać sobie sprawę, że aby uzyskać liczące się w tej dziedzinie wyniki należy dążyć do prawidłowego rozwoju w naszym kraju tych dyscyplin, w oparciu o które rozwija się technika inżynierii genetycznej i inne technologie. Dziedzinami tymi są biologia i genetyka molekularna, wirusologia molekularna, mikrobiologia, farmakologia molekularna, musimy także rozwinąć metody sekwencjowania białek i polinukleotydów, gdyż zaprogramowanie określonego produktu ekspresji genu może być oparte jedynie na znajomości jego struktury. Zresztą takie sugestie znajdujemy w odnośnych materiałach II Kongresu Nauki Polskiej. Musimy podejmować zagadnienia oryginalne i opracowywać je całościowo, w przeciwnym razie nie wyszkolimy odpowiednich kadr i nie wytrzymamy konkurencji z zagranicą. Wszystkie zdobyte metodyczne w dziedzinie inżynierii genetycznej są natychmiast patentowane, a wiele istotnych osiągnięć opracowanych w laboratoriach przemysłowych nie jest publikowane.

Wydaje mi się, że w naszych obecnych warunkach moglibyśmy wiele zrobić na przykład w zakresie poszukiwania nowych szczepów drobnoustrojów, w których można by powielać rekombinowany DNA, w badaniach nad nowymi czynnikami wektorowymi, nad rozpoznawaniem i izolowaniem genów z określoną informacją genetyczną oraz nad enzymami niezbędnymi dla podjęcia badań nad klonowaniem. Dobrze sformułowane i opracowane plany badawcze z tej dziedziny winny wejść jako grupa tematyczna do programu badań koordynowanych w problemie węzłowym 09.7. Byłbym natomiast przeciwny tworzeniu specjalnego ośrodka szkoleniowego, gdyż uważam, że inżynieria genetyczna jest techniką cechującą się tym, że każde podjęte zagadnienie musi być na nowo

opracowywane indywidualnie, co jest możliwe tylko przy gruntownej znajomości dziedzin podstawowych, o których była mowa wyżej.

Na koniec pragnę poświęcić kilka słów zagadnieniu bezpieczeństwa pracy z rekombinowanym DNA. Obecnie na świecie utrwały się jakgdyby dwa obozy — jedni są przeciwni manipulowaniu z materiałem genetycznym uważając to za bardzo niebezpieczne, drudzy nie wykluczają niebezpieczeństwa, ale twierdzą, że stopień prawdopodobieństwa spowodowania niebezpieczeństwa nie jest przesadny i zalecają typowe środki ostrożności. Faktem jest, że wprowadzenie nowej informacji genetycznej do komórki przynosi złożone konsekwencje. Może to prowadzić do zaburzenia funkcjonalnej równowagi różnych procesów na skutek ekspresji nowego, nietypowego dla danej komórki genu względnie zatrzymania jakichś funkcji niezbędnych dla prawidłowego jej rozwoju. Może dojść do wytworzenia nowego jakościowo genomu, który nie podda się typowym dla danej komórki mechanizmom kontrolującym replikację, transkrypcję i translację, a po przedostaniu się do biosfery może przenieść informację rakową, zakażenie wirusowe lub zupełnie nowej jakości proces patologiczny. Dlatego niezbędne są określone zabezpieczenia dla pracujących w tej dziedzinie, zgodnie z normami przyjętymi już w innych krajach. Całości poczyną w tym zakresie powinna patronować specjalna komisja, na przykład taka, jaka została utworzona w ramach Komitetu Biochemii i Biofizyki PAN, do której powołano specjalistów z różnych dziedzin. Byłoby to miejsce dla dyskusowania spraw organizacyjnych, bezpieczeństwa, specjalizacji kadr i ustalania kierunków badawczych, które by należało podejmować w pierwszej kolejności w naszym kraju.

Evolutionary Biology, Vol. 11. Redaktorzy: M. K. Hecht, W. C. Steere i B. Wallace. Plenum Press, New York and London, 1978. Str. 665. Dol. US 42.50.

Ukazał się kolejny tom wartościowego rocznika zamieszczającego obszerne prace z zakresu ewolucjonizmu. Zawiera on dziewięć artykułów monograficznych. Autorem pierwszego z nich „Ewolucja prekambryjska organizmów zdolnych do fotosyntezy” liczącego 37 str. jest J. M. Olson. Są to rozważania z zakresu ewolucji procesów biochemicznych i biofizycznych oparte w niewielkiej mierze na dokumentacji paleontologicznej. Podstawą wnioskowania są dane o mechanizmach przenoszenia elektronów i magazynowania energii u rozmaitych organizmów współczesnych, oraz przypuszczenia o właściwościach atmosfery i hydrosfery w czasach poprzedzających powstanie organizmów eukariotycznych. Autor przyjmuje, że rozmaite cykle energetyczne stwierdzone u organizmów współczesnych mają pochodzenie monofiletyczne i stara się odtworzyć drogi ich różnicowania się.

Monografia druga: „Budowa drobin białek i ich zmienność w populacjach”, pióra R. K. Koehna i W. F. Eanesa liczy 59 stron. Zajmuje się ona zagadnieniem stojącym obecnie w centrum zainteresowania wielu badaczy, a mianowicie oceną względnej roli przypadku i doboru naturalnego w ewolucji białek. Autorzy zakładają, że wykrycie ewentualnych związków między polimorfizmem alleli, a niektórymi cechami zapisanych nimi enzymów może rzucić światło na to zagadnienie. Tak np. im dany enzym ma większą masę cząsteczkową, a więc im dłuższy jest jego zapis tym większe jest prawdopodobieństwo losowej zmiany zapisu. Wiadomo też, że na powierzchni enzymów znajdują się z reguły aminokwasy polarne, niosące ładunki elektryczne, im więc jest większa powierzchnia drobin tym większe powinny być możliwości pojawienia się zmienności wykrywalnej za pomocą elektroforezy. Z drugiej strony można oczekiwać, że enzymy będące polimerami będą miały mniejszą zmienność, a to dlatego, że powierzchnie łączenia cząsteczek muszą sobie odpowiadać, a więc modyfikacje tych okolic dobor naturalny odrzuca. W podobny sposób rozważając różne właściwości cząsteczek można próbować wyciągać wnioski o wpływie zdarzeń losowych na polimorfizm enzymów. Jest to jednak w obecnej chwili bardzo trudne. Dane zawarte w ogromnej literaturze przedmiotu zostały zgromadzone za pomocą bardzo rozmaitych metod, a rozważane hipotezy nie są na razie dobrze ugruntowane. Stąd referowana praca jest bardzo interesująca jako przykład wnikliwej analizy, otwiera też interesujące perspektywy na przyszłość, nie doprowadza jednak do wyraźnych wniosków.

Trzeci artykuł, liczący 84 strony, ma trzech autorów: P. Hedricka, S. Jaina i L. Holdena. Jego tematem jest problem ewolucji sprzężonych loci genów. Pierwszą część pracy zajmują przejrzyście ujęte rozważania teoretyczne. O występowaniu sprzężeń wnioskujemy dostrzegając nielosowy podział genów w gametach. Zjawisko takie nazwano „linkage disequilibrium”, lub „gametic disequilibrium”. Autorzy preferują ten drugi termin, który po polsku brzmiałby „nierównowaga gamet”.

Ewentualne znaczenie ewolucyjne sprzężeń jest słabo zbadane przede wszystkim dlatego, że nielosowe rozmieszczenie genów może być nie tylko wynikiem sprzężenia, ale także wielu innych zjawisk jak np. ograniczenia rozmiarów populacji, występowania samozapłodnienia, rozrodu wegetatywnego, nielosowego doboru partnerów seksualnych itd. Autorzy analizują konsekwencje tych zjawisk, później zaś rozpatrują niezbyt liczne przykłady, w których sprzężenie genów w po-

pulacjach naturalnych wydaje się niewątpliwe (różnopościowość kwiatów *Primula*, ubarwienie muszli *Cepaea*, mimikra w rodzaju *Papilio*). Sprzężenie genów zgodności tkankowej jest tylko wspomniane, podobnie jak zjawiska występujące w systemach grup krwi. Oczywiście zagadnień tych nie dałoby się zreferować w ramach artykułu.

Obecność sprzężenia genów rodzi następny problem, a mianowicie pochodzenie tego zjawiska. Niekiedy zapewne za istnienie sprzężenia odpowiedzialny jest dobór naturalny (np. genów zapewniających mimikrę u *Papilio*), natomiast geny zgodności tkankowej są przypuszczalnie sprzężone dlatego, że powstały przez duplikację tandemową. Autorzy zastrzegają się, że nie mogli streścić wielu dobrych prac ze względu na rozmiary literatury, a więc przegląd nie jest zupełny. Pomimo tego dalsze badania ewolucji sprzężeń są na pewno potrzebne, niewątpliwie też omawiany artykuł jest znakomitym wprowadzeniem w zagadnienie.

W ogromnym (233 str.) artykule czwartym D. A. Levin dyskutuje pochodzenie mechanizmów izolujących gatunki roślinne. Spis literatury do tego artykułu obejmuje prawie pół tysiąca pozycji. Autor rozpoczyna swe rozważania od wspomnienia znanej klasyfikacji mechanizmów izolujących ułożonej przez E. Mayra, proponuje jednak układ odmienny. Streszczenie tej obszernej monografii zajęłoby zbyt wiele miejsca. Spośród wniosków końcowych warto wspomnieć sceptyczny stosunek autora do pojęcia gatunku w ujęciu Mayra. Jak wiemy zjawiska zachodzące wśród roślin istotnie często wyłamują się z syntezy będącej dziełem tego znakomitego ornitologa.

Piąty artykuł, w którym J. A. Endler rozważa wzory barwne zwierząt zajmuje tylko 46 stron. Literatura poświęcona mimikrze jest ogromna, cóż nowego wnosi do niej praca Endlera? Autor zwraca większą od poprzedników uwagę na rolę rozmaitych wzorów (rozmiary plam, ich kształty, kierunki skierowania plam w stosunku do konturów ciała) i ich zgodność z wzorzystością podłoża, rozważa też związek wzoru z sposobem poruszania się zwierzęcia (np. poprzeczne i podłużne plamy u węży). Ponadto Endler podkreśla, że ubarwienie zwierzęcia jest wynikiem kompromisu między działaniem rozmaitych czynników jak np. brak dostrzegalności przez drapieżników, względnie przez ofiary, sygnalizacja wewnątrzgatunkowa, termoregulacja itd. Szerzej od innych przykładów omawia autor zmienność ubarwienia w populacjach naturalnych rybki *Poecilia reticulata*, często hodowanej w akwariach.

Także i szósty artykuł poświęcony jest mimikrze, tym razem u roślin. Zajmuje on tylko 39 stron. Autor, D. Wiens zwraca uwagę na istnienie i rozpowszechnienie tego zjawiska, nieraz pomijanego. Mimikra roślin obejmuje zjawiska nieobecne wśród zwierząt, jak np. upodabnianie się nasion sprzyjające ich rozprzestrzenianiu, zasługuje też na szersze zainteresowanie.

Charakter monografii siódmej odbiega od poprzednich. R. K. Vickery Jr. opisuje w niej ewolucję kroplika (*Mimulus*, *Scrophulariaceae*), obszernego rodzaju, który jest przedmiotem badań jego i jego uczniów od lat blisko trzydziestu. Na stu stronach druku autor przedstawia wyniki prac prowadzonych bardzo różnymi metodami. Daje mu to okazję do poruszenia wielu zasadniczych zagadnień współczesnego ewolucjonizmu.

Artykuł ósmy jest najkrótszy, zajmuje tylko 35 stron. K. J. Niklas stara się w nim ocenić w sposób mierzalny szybkość zmian ewolucyjnych opracowując przemiany zachodzące w typach rozgałęziania się pędów najstarszych roślin naczyniowych. Wymagało to ułożenia sformalizowanego opisu rozgałęzień, dokonania pomiarów skamieniałości i opracowania wyników za pomocą maszyn liczących. Autor dochodzi do wniosku, że niektóre badane przez niego procesy przebiegały mniej więcej proporcjonalnie do upływu czasu, inne zaś charakteryzują się znacznymi zmianami szybkości.

Artykuł zamykający tom, pióra A. J. Boucota (111 str.) zajmuje się również szybkością ewolucji, chodzi w nim jednak wyłącznie o tworzenie się nowych gatunków, czyli o szybkość kladogenezy. Wprowadza on dwa terminy: diakladogeneza — co oznacza mniej więcej równomierne i powolne tworzenie się gatunków bez zasadniczych zmian w niszach ekologicznych i metakladogeneza będąca raptownym pojawianiem się nowych gatunków, często o bardzo zmienionych sposobach życia. Autor podkreśla, że metakladogeneza jest bardzo bliska pojęciu radiacji ewolucyjnej. Boucot jest paleontologiem i kładzie duży nacisk na doświadczenia paleontologów dostrzegających znacznie częściej diakladogenezę. Wśród przykładów autor cytuje opisy ichtiofauny Karpat pióra A. Jerzmańskiej i porównanie flor Ameryki i Eurazji ogłoszone przez J. Kornasia. Boucot uważa, że czynnikiem decydującym o przebiegu kladogenezy są zmiany geograficzne. Jeśli np. izolacja dwu kontynentów wzrasta stopniowo, tak jak to się odbyło w przypadku Ameryki i Eurazji, przeważają zjawiska diakladogenezy. Metakladogenezę może natomiast wywołać raptowne rozzerwanie środowiska, tak jak się to stało po wynurzeniu się z oceanu Ameryki Środkowej. Artykuł Boucota nie wysuwa więc koncepcji zbyt oryginalnych, jego wartość wynika przede wszystkim z zebrania wielu przykładów przemawiających na korzyść głoszonego poglądu.

Kolejny tom *Evolutionary Biology* zawiera więc materiały, które zainteresują każdego biologa zajmującego się ewolucjonizmem.

Henryk Szarski

H. R. Schütte i D. Gross (red.): *Regulation of Developmental Processes in Plants. Proceedings of a Conference held at Halle, July 4th—9th, 1977.* VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1978; s. 488+20, rys. 130, tab. 35, lit. cyt. 922 poz.; cena 38 M.

W książce przedstawiono 22 referaty plenarne, wygłoszone na Międzynarodowej konferencji nt. Regulacji Procesów Rozwojowych Roślin, która odbyła się w dniach 4—9.VII.1977 r. w Halle/Saale (NRD). Książkę wydano w ciągu pół roku od daty konferencji, techniką powielenia maszynopisów autorskich. Referaty podzielono na cztery działy: (1) Biosynteza białek i regulacja różnicowania; (2) Regulacja biogenezy organelli komórkowych; (3) Regulacja różnicowania w kulturach komórek i tkanek; i 4) Regulacja rozwoju roślin przez fitohormony i regulatory wzrostu.

D. D. Davies (Anglia) omawiając wpływ stresu na rozpad białek w rzęsie wodnej stwierdza, iż wbrew utartym mniemaniom w okresie adaptacji rośliny do warunków stresowych rozpad białek przyspiesza się. Genetyczna i rozwojowa regulacja zjawiska różnicowania się enzymów omówiona została przez J. G. Scandaliosa (USA), a mechanizmy kontroli aktywności enzymów — katalizujących proces przyswajania jonów amonowych, przez W. L. Kretoviča (ZSRR). Na wiele pytań dotyczących biosyntezy białek zapasowych nasion daje odpowiedź K. Müntz (NRD), a H. Borris (NRD) dyskutuje zagadnienie syntezy enzymów w kiełkujących i spoczynkowych nasionach kakolu.

W części drugiej — po słowie wstępnym przewodniczącego sesji nt. Regulacji biogenezy organelli komórkowych, R. Hagemanna (USA) — E. Schnepf (RFN) omawia powiązania metaboliczne i strukturalne pomiędzy organellami komórkowymi, które to powiązania — łącznie z czynnikami zewnętrznymi oraz rozwojem całej rośliny i swoistym zegarem biologicznym, decydują o procesie powstawania i różnicowania się organelli. B. Parthier (NRD) prezentuje najnowsze dane bio-

chemiczne odnośnie do syntezy białek chloroplastów *Euglena*; H. Beevers (USA) przedstawia aktualną wiedzę nt. biogenezy glioksosomów z retikulum endoplazmatycznego; a P. Heizmann (Francja) omawia zagadnienie kontroli procesu formowania ribosomów cytoplazmatycznych oraz w mitochondriach i chloroplastach, ze zwróceniem szczególnej uwagi na biosyntezę rRNA oraz kontrolę syntezy białek ribosomalnych chloroplastów przez geny jądra i geny chloroplastów.

W części trzeciej H. Street (Anglia) przedstawia zagadnienie kontroli różnicowania komórek na poziomie molekularnym. Alicja Szweykowska (Polska) omawia zagadnienie regulacji organogenezy w kulturach tkanek przez fitohormony. Znaczenie auksyn i czynników troficznych dla embriogenezy *in vitro* dyskutuje H. W. Kohlenbach (RFN). Zagadnienie fuzji protoplastów i tworzenia hybrydów somatycznych jest tematem referatu E. C. Cockinga (Anglia). Bardzo obiecującym źródłem dla hodowli roślin haploidalnych mogą być kultury wyprowadzone z pyłku *in vitro*; ogromny postęp w tej dziedzinie stanowią badania Colette Nitsch i G. Cacco (Francja).

Rozdział czwarty to regulacja rozwoju roślin przez fitohormony. Znaczenie tego problemu dla fizjologii roślin naświetla w słowie wstępnym M. Ch. Čajlachian (ZSRR). Z kolei omówiono udział fitohormonów w regulacji rozwoju roślin niższych (M. Bopp, RFN) i w regulacji aktywności merystematycznej drzew (M. Tomaszewski, Polska) oraz w regulacji zakwitania roślin drzewiastych (R. P. Pharis, Kanada). Y. Masuda (Japonia) przedstawił wyniki badań nad współdziałaniem fitohormonów w procesie rozluźniania struktury ścian komórkowych, a P. E. Pilet (Szwajcaria) zreferował wyniki badań nad kontrolą wzrostu i reakcji geotropicznej korzenia przez kwas abscysowy i IAA oraz inne regulatory wzrostu. Na zakończenie W. P. Jacobs (USA) przedyskutował zagadnienie kontroli rozwoju roślin przez zróżnicowane pobieranie poszczególnych fitohormonów i ich transport w ciełe rośliny.

Książkę uzupełniają tytuły 157 doniesień plakatowych przedstawionych na Konferencji oraz indeks autorów.

Na Konferencji nie przedstawiono idei, zdolnych wytyczyć nowe kierunki badawcze, otworzyć nowe horyzonty myślowe. Przedstawiono w miarę rzetelnie stan wiedzy o regulacji niektórych procesów wzrostu i rozwoju roślin; piszę „w miarę rzetelnie”, ponieważ autorom przyświecała przede wszystkim myśl zaprezentowania własnego wkładu do rozwoju poszczególnych działów wiedzy o systemach regulacyjnych roślin, co w połączeniu z ograniczeniem czasu wykładu musiało pociągnąć za sobą tylko marginesowe wspomnienie bądź niekiedy całkowite zmilczenie osiągnięć innych zespołów naukowo-badawczych. W sumie, książka stanowi bardzo cenne źródło wiedzy dla naukowców, umiających konfrontować, czytać między wierszami, korygować i uzupełniać z pozycji już zdobytej wiedzy. Przystępna cena sprawia, iż książka powinna znaleźć się w każdej bibliotece akademickiej.

J. Stanisław Knypl

Kushlan, J. A. 1978 — Feeding ecology of wading birds — Wading Birds (J. C. Ogden and S. Winckler — Eds.), National Audubon Society, Research Report No. 7 pp. 249—297.

Omawiana praca jest próbą podsumowania dotychczasowej wiedzy o pokarmie i ekologii odżywiania się ptaków brodzących to jest czapli, bocianów, ibisów i warzech. U ptaków brodzących można wyróżnić 38 typów żerowania, co autor analizuje opierając się na materiałach dotyczących 37 gatunków ptaków brodzących.

Najbardziej rozpowszechnionym typem żerowania to stanie i oczekiwanie aż zdobycz podejdzie na zasięg dzioba. Wypatrywanie zdobyczy w czasie wolnego posuwania się naprzód jest także pospolitą formą żerowania. Ptaki brodzące przy wypłaszaniu lub wabieniu zdobyczy używają skrzydeł i nóg. Jest ścisła zależność między wabieniem zdobyczy przez dreptanie w miejscu a szansą złowienia ofiary. Wiele gatunków ptaków brodzących posługuje się przy łapaniu ofiary nie wzrokiem, lecz dotykiem, np. ibisy. Sama technika schwywania ofiary różni się zależnie od gatunku. Jest ścisła zależność między wielkością ptaka a formą żerowania. Dobrze jest to widoczne u gatunków ściśle spokrewnionych, np. u czapli. Duże i małe gatunki są mniej ruchliwe, więcej stoją lub wolno posuwają się w czasie żerowania. Duże czaple są mniej aktywne, ponieważ stosunkowo dużo ich energii pochłania inercja. Małe czaple są mało ruchliwe, ponieważ dzięki małym rozmiarom nie mogą brodzić po głębokiej wodzie i wypatrują zdobyczy w wodzie stojąc na brzegu.

Podstawowe sposoby żerowania są cechą wrodzoną, jednak młode ptaki polują mniej wydajnie niż stare. Stwierdzono to zjawisko u *Florida caerulea*. Stare ptaki metodą prób i błędów uczą się nowych metod polowań. Także są dane wskazujące na uczenie się techniki połowów od innych gatunków. Większość ptaków brodzących najbardziej aktywnie żeruje o świcie i o zmierzchu, a niektóre w południe. Wiele gatunków żeruje tylko lub także w nocy, np. ślepowron (*Nycticorax nycticorax*), trzewikodziób (*Cochlearius cochlearius*), *Mycteria americana*, *Ardea* sp., *Ixobrychus* sp. i in. Ślepowron żeruje również w dzień w czasie karmienia piskląt lub dużej obfitości pokarmu w czasie dnia.

Ptaki brodzące mają wiele przystosowań morfologicznych, zwłaszcza w budowie dzioba, do różnych sposobów połowu zdobyczy. Autor stawia szereg hipotez, co do roli koloru upierzenia dla ptaków brodzących: 1) ptaki brodzące z jasnym upierzeniem grzbietu są bardziej widoczne z góry niż z ciemnym upierzeniem; 2) dzienne ptaki z jasnym podbrzuszem są mniej widoczne od dołu niż z ciemnym podbrzuszem; 3) ptaki żerujące w nocy, o zmierzchu lub w zacienionych miejscach z ciemnym podbrzuszem są mniej widoczne od dołu niż z jasnym podbrzuszem; 4) ptaki dzienne z ciemnym podbrzuszem gromadzą więcej ciepła niż z białym podbrzuszem. Stwierdzono eksperymentalnie, że ryby mniej uciekają od modelu ptaka jasnego od dołu niż ciemnego.

Terytorium pokarmowe jest ważnym czynnikiem w odżywianiu się wielu gatunków ptaków. Czaple mogą bronić wielkiego terytorium pokarmowego, lecz także mogą żerować w dużym zagęszczeniu zależnie od gatunku lub różnych okoliczności. Często młode ptaki są wypędzane z lepszych terytoriów pokarmowych przez ptaki stare. Ptaki brodzące również bronią terytorium pokarmowego przed innymi gatunkami, w tym wypadku zwycięża z reguły większy gatunek. Jednocześnie przy obfitości pokarmu skoncentrowanym na małej powierzchni ptaki brodzące tworzą jedno lub wielogatunkowe zgrupowania. Czym dalej na południe od strefy umiarkowanej a bliżej tropików, tym więcej gatunków wchodzi w zgrupowania w czasie żerowania. Stadowość w czasie żerowania zwiększa wydajność polowania: przez wzrost ilości pozytywnych ataków na ofiarę, przez wzrost samej ilości ataków albo przez zmniejszenie ilości energii wydatkowanej na żerowanie. Odżywianie się w stadzie zwiększa szanse rozwoju bardziej skomplikowanych form kooperacji w czasie żerowania. Komensalizm u ptaków brodzących przybiera bardzo różne formy od przypadkowych do bardzo skomplikowanych form zależności, lecz nie znamy form obligatoryjnych; np. *Bubulcus ibis* łowi więcej, albo większe ofiary towarzysząc pasącemu się bydłu, które krocząc wypłasza ofiary, niż żerując w tym samym środowisku zdala od bydła. 90% populacji *Bubulcus ibis* żeruje wykorzystując przy żerowaniu pasące się bydło, lub inne duże zwierzęta. Szerzeg gatunków czapli towarzyszy pracującym maszynom rolniczym i łowi wówczas wię-

cej pokarmu niż w tym samym środowisku zdala od maszyn wypłaszających ofiary.

Odbieranie innym gatunkom ptaków zdobytego pokarmu jest również częstą taktyką żerowania ptaków brodzących. W zgrupowaniach 7 gatunków ptaków brodzących na Florydzie zabieranie pokarmu innym gatunkom pochłania ok. 10% czasu żerowania. Udział w kradzieżach pokarmu jest zgodny z wielkością ptaków.

Wśród ptaków brodzących mamy zarówno gatunki o dużym wachlarzu wykorzystywanych środowisk, jak np. ibis biały (*Eudocimus albus*), jak i gatunki preferujące jeden określony typ środowiska, np. baki — zarośla wynurzonych roślinności (trzciny). Choć większość gatunków ptaków brodzących związana jest ze środowiskiem wodnym istnieją wśród omawianej grupy ptaków gatunki wyłącznie związane z terenami suchymi, jak np. ibis (*Geronticus calvus*), który gnieździ się i żeruje na terenach suchych. Również w suchych terenach zbiera pokarm czapla (*Ardea melanocephala*). Większość ptaków brodzących żeruje tak w wodach słodkich jak i w morskich. Niektóre gatunki, jak np. *Egretta sacra* mają zarówno adaptacje morfologiczne, jak i etologiczne do żerowania w środowisku brzegu morskiego. Niewiele wiemy o mechanizmie wybiórczości środowiska przez ptaki brodzące. Zmiany wprowadzane przez człowieka, takie np. jak intensywna gospodarka hodowlana i związane z nią krótko wypasione pastwiska pozwoliły na ogromne rozprzestrzenienie się *Bubulcus ibis* oraz wpłynęły na zmianę wybiórczości środowiskowej u *Egretta thula*. Poziom ilościowy populacji ptaków brodzących zależy od istnienia stosownych środowisk do zbierania pokarmu. Wzdłuż atlantyckiego wybrzeża Ameryki Północnej ilość bagien nadmorskich określa ilość gnieźdzących się na wybrzeżu ptaków brodzących.

Dostępność pokarmu zmienna jest w zależności od pory roku. W strefach umiarkowanych okres zimowy jest często okresem krytycznym. Z tego powodu wiele gatunków ptaków brodzących odbywa regularne wędrówki na okres zimowy ze strefy umiarkowanej w strefę subtropikalną lub tropikalną. Dla większości ptaków brodzących krytyczna jest też sezonowość pory suchej i mokrej. W większości rejonów tropikalnych pokarm jest bardziej dostępny w okresie pory deszczowej i większość ptaków gnieździ się w tym okresie. Wyschnięcie zbiorników wodnych w czasie pory suchej jak też i bardzo wysoki poziom wody zmniejsza dostępność pokarmu dla ptaków brodzących i zmusza je do wędrówek. Rozmieszczenie pokarmu determinuje rozmieszczenie ptaków brodzących. Ptaki brodzące wykazują w większym lub mniejszym stopniu wybiórczość pokarmową, ale rzadko się zdarza by pokarm ograniczony był do niewielu rodzajów pokarmu. Stwierdzono także u osobników tego samego gatunku różną wybiórczość pokarmową. Wybiórczość pokarmu jest ściśle uzależniona od sposobu żerowania np. *Florida caerulea* szpera za pokarmem a *Egretta thula* aktywnie poluje — pierwsza zjada 36 rodzajów pokarmu a cztery najczęściej polowane stanowią 59% pokarmu, a u drugiego gatunku aktywnie polującego stwierdzono 29 rodzajów pokarmu, z tego cztery najczęściej spożywane tworzą 73% pokarmu. Czapla (*Hydranassa tricolor*) czatuje na ofiary i w ten sposób żerując konsumuje tylko 26 rodzajów pokarmu, a cztery najważniejsze jego kategorie stanowią aż 81% całego spożywanego pokarmu. Widzimy zatem, że gatunek czatujący na pokarm konsumuje najmniejszą ilość rodzajów pokarmu.

Wpływ ptaków brodzących na swoje ofiary. *Bubulcus ibis* konsumuje sarańczę niezależnie od jej gęstości, lecz nie wywiera wpływu na dynamikę liczebności tego gatunku, ponieważ mają dostępny bardziej preferowany pokarm.

Ptaki brodzące mogą zredukować populacje ryb w wysychającym zbiorniku w 77%, gdyby takiej ilości ryb ptaki nie wyłowiły, to brak tlenu zredukowałby 99% tej populacji ryb z całkowitym wytępieniem wielu gatunków.

Zależności funkcjonalne. Bogactwo gatunkowe zespołów ptaków brodzących wzrasta posuwając się od strefy umiarkowanej do tropików, podobnie też wzrasta bogactwo środowisk i obfitość pokarmu. Wzrost różnorodności środowisk w tropikach doprowadził do powstania bardzo wyspecjalizowanych form, np. gatunków czapli zbierających pokarm nad otwartymi brzegami lub z grzbietów raf koralowych.

Rola ptaków brodzących w funkcjonowaniu ekosystemów jest dotąd mało poznana. Jest bardzo prawdopodobne, że populacje tak dużych i lokalnie licznych drapieżców mogą grać ważną rolę w niektórych ekosystemach. Siedem gatunków ptaków brodzących gnieźdzących się w Południowej Florydzie zjada dziennie ok. 170 t pokarmu. Mogą one mieć znaczny wpływ na populację ofiar, ale w innych okolicznościach ten wpływ może być znikomy. W pewnych warunkach Południowej Florydy ptaki brodzące redukują populacje ofiar do liczebności, która jest w stanie przeżyć porę suchą. Rola ptaków brodzących w ekosystemie może polegać nie tylko na redukcji biomasy ofiar, lecz także na zmianie kierunków przepływu energii (pathways of energy flow). Autor w swej syntezie stawia wiele nowych hipotez, część z nich sam sprawdza. Referowana praca jest pierwszą tego typu syntezą naszej wiedzy o ptakach brodzących. Autor cytuje 704 prace (w tym dwie autorów polskich), oraz spis publikacji dotyczących pokarmu i sposobów żerowania odnośnie każdego z omawianych gatunków ptaków brodzących.

Jan Pinowski

T. Halliday: *Vanishing Birds. Their Natural History and Conservation*. Sidgwick and Jackson, London 1978 (str. 296, £ 7.50).

Wymieranie gatunków jest naturalną częścią procesu ewolucji. O skali tego zjawiska informuje celnie porównanie następujących liczb: jak powszechnie wiadomo liczba współcześnie występujących gatunków ptaków wynosi ok. 8 600, natomiast obliczenia oparte na danych paleontologicznych wskazują, iż łączna liczba gatunków ptaków, jakie istniały w filogenetycznej historii tej grupy kręgowców, wynosi od 150 000 do 1 634 000! No cóż, wprawdzie wymieraniu gatunków nie można zapobiec, niemniej jednak tempo tego procesu nie jest sprawą obojętną; wszak w czasach historycznych uległo ono za sprawą człowieka groźnemu przyspieszeniu. Jedną z tez sygnalizowanej książki, szeroko i przekonująco omówioną, jest konstatacja, iż wymieranie gatunków jest zwykle następstwem konfrontacji pewnych cech biologii danego gatunku z którąś z licznych zmian w naturalnym środowisku, spowodowanych przez człowieka.

Wbrew skromnemu tytułowi, tematyka książki jest obszerna i bogata intelektualnie. Tylko drobną jej część stanowi rejestr ptaków wymarłych i ginących. Zresztą nie to było celem pracy. Autor jej podjął mianowicie wysilek zmierzający do sformułowania podstawowych zasad ułatwiających identyfikację wymierających gatunków ptaków oraz ustalenia odpowiednich sposobów i technik, zawsze opartych na doskonałej znajomości biologii tych kręgowców, których stosowanie pozwoli zapobiegać wymieraniu ptaków w przyszłości, zapewniając równocześnie powodzenie i sukcesy naukowemu ruchowi ochrony tych kręgowców. Jak potrzebne są sukcesy na tym polu niechaj świadczy istnienie szeregu gatunków ptaków tworzących katastrofalnie małe populacje, praktycznie bez większych szans na utrzymanie się przy życiu. Jakież perspektywy może mieć przed sobą populacja żurawia *Grus americana* z Ameryki Pn. licząca w 1974 r. zaledwie 73 osobniki, kondora kalifornijskiego *Gymnogyps californianus* złożona z ok. 60 osobników, kakapo

Strigops habroptilus z Nowej Zelandii reprezentowana przez ok. 20 osobników, czy wreszcie szczytkowa populacja sokoła z wyspy Mauritius *Falco punctatus* złożona z 7 osobników wolnożyjących i dwóch ptaków trzymanyh w niewoli. Są to wszystko zapewne najrzadsze ptaki świata. I gdyby nawet powszechnie podzielano zdanie autora książki, iż człowiek jest odpowiedzialny za los zwierząt, gdyż trudno jest nadal utrzymywać, że zostały one stworzone dla jego wygody i przyjemności, to i tak nie uchroni to egzystencji wielu gatunków współczesnych nam ptaków.

Omawiając ewolucję ptaków oraz czynniki, które w odniesieniu do form archaicznych wywoływały procesy specjacji, autor podkreśla znaczenie barier geograficznych w postaci łańcuchów górskich, dużych zbiorników wodnych lub rozległych pokryw lodowych, których tworzenie się rozdzielało w przeszłości wiele gatunków zwierząt na mniejsze populacje, w różnym stopniu od siebie izolowane. Za izolacją geograficzną szła naturalnie izolacja genetyczna, której stopniowe pogłębianie się mogło i częstokroć prowadziło do powstawania nowych gatunków. Natomiast w przypadku ptaków, u których zdolność aktywnego lotu minimalizuje działanie wymienionych wyżej czynników, analogiczną rolę gatunkotwórczą spełniać mogło kolonizowanie wysp oceanicznych. Kierunek zmian ewolucyjnych mógł różnić się w tych warunkach u macierzystej populacji lądowej oraz wywodzącej się z niej populacji zasiedlającej pojedyncze wyspy lub całe ich archipelagi. Najbardziej znanym przykładem radiacji adaptacyjnej i specjacji, związanym z ptakami wysp, są zięby Darwina (*Geospizinae*), zamieszkujące poszczególne wyspy Archipelagu Galapagos. Rola, jaką ptaki te odegrały w ukształtowaniu się w umyśle młodego Darwina zrębów największej teorii biologicznej jest znana powszechnie. Analogicznego przykładu dostarczają sierpodzioby (*Drepanididae*) z wysp Archipelagu Hawajskiego. Niemniej jaskrawym przykładem są ptaki moa, które w liczbie 25 gatunków, zaliczanych do sześciu rodzajów (*Dinornis*, *Anomalopteryx*, *Megalopteryx*, *Pachyornis*, *Emeus*, *Euryapteryx*) zamieszkiwały wyspy Nowej Zelandii. Wytępione doszczętnie, padły pod razami cywilizacji, wymierzonymi przez masowe polowania, likwidację znacznych obszarów lasów oraz wprowadzanie obcych gatunków ptaków i ssaków. Próby obarczania winą krajowców (maorysów) za wytępienie strusi moa napotykają obecnie na krytycyzm lub co najmniej są przyjmowane z rezerwą.

Rozpatrując naturalne procesy związane z wyginieciem niektórych gatunków ptaków autor nawiązuje do różnego tempa rozrodu, które u jednych gatunków jest wysokie, a u innych niskie. W teoretycznej ekologii obie te tendencje noszą odpowiednio nazwy strategii „r” i strategii „K”. Strategia „r” ma miejsce głównie u ptaków drobnych, żyjących krótko, lecz dzięki szybkiemu przystępowaniu do rozrodu i składaniu dużej liczby jaj charakteryzujących się wysokim tempem reprodukcji. Strategia „K” to ptaki duże, w ciągu życia przystępują do rozrodu wielokrotnie, lecz po raz pierwszy dopiero w wieku kilku lat. Charakteryzują się przeto niskim tempem rozrodu. Natomiast wydłużony okres życia, dobre zabezpieczenie przed naturalnymi wrogami, częściowo dzięki znacznym rozmiarom ciała, stosunkowo długi okres opieki rodzicielskiej oraz duża skuteczność w zdobywaniu pokarmu minimalizują niekorzystne następstwa niskiej rozrodczości.

Analizując przyczyny zwiększonej podatności „K” strategów na wymieranie, w porównaniu z „r” strategami należy zwrócić uwagę na większe wymagania pokarmowe i przestrzenne tych pierwszych, co ogranicza liczebność populacji na zasiedlanym przez nią terenie. W efekcie „K” strategów skłaniają się ku gatunkom rzadkim. Inną cechą „K” strategów, wynikającą z niskiego tempa reprodukcji, jest bardzo powolna odbudowa, trwająca latami, silnie i nagle zredukowanej populacji, np. wskutek jakiegos kataklizmu. Przeto kolejna katastrofa, jeśli zaistnieje przed wyrównaniem strat spowodowanych poprzednią, może doprowadzić do całkowitego wymarcia gatunku. Wreszcie za najważniejsze ograniczenie cha-

rakteryzujące „K” strategów należy uznać zmniejszoną zdolność tych zwierząt do adaptacji do zmieniającego się środowiska. Jest to jedną z możliwych przyczyn wymierania gatunków złożonych z osobników o dużych rozmiarach. Wielu przykładów działania tej tendencji dostarcza nam paleontologia.

Od wspomnianych wyżej prawidłowości znamy oczywiście odstępstwa. Oto fulmar *Fulmarus glacialis*, duży ptak oceaniczny z rodziny burzyków, składający tylko jedno jajo i wykazujący inne cechy strategii „K”, przez 200 ostatnich lat przeżywa okres prosperity, stale zwiększając liczebność swej populacji. Natomiast gołąb wędrowny z Ameryki Pn. *Ectopistes migratorius*, dość typowy przedstawiciel strategii „r”, wyginął całkowicie w brutalnym zderzeniu z cywilizacją człowieka.

W interesującym esejem nt. „Ptaki i człowiek” przedstawiono charakter i skutki kontaktów awifauny świata z cywilizacją człowieka. Katalog tych kontaktów jest równie bogaty jak różnicowany. Pomieścimy w nim zagadnienia domestykacji ptaków oraz eksploatowanie dużego ptactwa dzikiego jako źródła pokarmu, niekiedy graniczące z masową eksterminacją. Ofiarą padają najczęściej ptaki duże, zwykle morskie, w okresie rozrodu tworzące duże i zwarte kolonie lęgowe, tępione dla mięsa, tłuszczu, jaj i piór. Do bardziej znanych ofiar bezwzględnej eksterminacji należy alka olbrzymia *Alca impennis*. Wymowną ilustracją stosunku człowieka do ptaków w określonych czasach i rejonach świata mogą być następujące dane: oto z rąk rybaków japońskich tylko na jednej z wysp oceanicznych padło ok. 1900 r. przeszło 5 mln albatrosów. Na wyspach otaczających południowy kraniec Afryki zebrano w 1901 r. 530 000 jaj pingwina *Spheniscus demosus*, a w 1857 r. zabito na Wyspach Falklandzkich dla tłuszczu 500 000 pingwinów. Wprawdzie masowy „ubój” ptaków należy już do przeszłości, ale podzwonionym takiego stosunku do tu i ówdzie masowo jeszcze pojawiających się ptaków bywa niekiedy myślistwo, szczególnie groźne w skutkach, jeżeli uprawiane jest w czasie masowych ciągów, względnie jeśli brak mu odpowiedniej kontroli. Każdego roku ofiarą polowań pada we Włoszech ok. 100 mln ptaków śpiewających. Przypomina to słowa popularnej swego czasu piosenki, które bezwiednie trawestujemy: „Włoch żywemu nie przepuści”. Przyczyną uporczywego tępienia wielu gatunków ptaków, zwłaszcza tropikalnych, były ich pióra, w różnych okresach wysoko cenione dla różnych względów. Wprawdzie pióra strusi od dawna wyszły z mody, nie upomina się o nie nawet moda retro, ale i tak pada corocznie ok. 25 000 tych ptaków, łowionych dla ich skóry, cenionej przez przemysł galanteryjny. Niebagatelny udział w zabijaniu ptaków mają również sami ornitolodzy oraz różnego autoramentu „miłośnicy”, kolekcjonerzy i hodowcy tych zwierząt. Na szczęście masowe gromadzenie zbiorów ornitologicznych, w tym również dla celów naukowych, oraz związane z tym wyprawy eksploracyjne, często gęsto przypominające zwykłe jatki, są już niemal przeszłością. Proceder kolekcjonowania jaj ptasich nie zanikł jednak całkowicie. Staje się on groźny w przypadku gatunków rzadkich lub ginących. Sytuacja taka zastrza apetyty zbieraczy, podnosząc równocześnie pekuniarną wartość trofeów. Dziwne, ale w niektórych przypadkach również ogrody zoologiczne oddają kiepską przysługę sprawie, której przecież służą. Krańcowego przykładu dostarcza jeden z najpiękniejszych ptaków trzymany w niewoli, bławatnik z Andów *Rupicola peruviana*: tylko co 50 okaz spośród złowionych przeżywa transport i trafia do wolier ogrodów zoologicznych oraz klatek „miłośników” ptaków.

Poważnym zagrożeniem egzystencji określonych gatunków ptaków jest uznanie ich przez rolników za swych konkurentów, szkodników upraw. Pamiętać jednak wypada, iż tego typu opinie bywają przesadne. Drugą stroną medalu jest w tym przypadku ten prosty fakt, iż dokuczliwość takich szkodników jest wywołana przez człowieka, który uprawiając na szeroką skalę monokultury zmienia naturalne stosunki biocenozy i prowokuje masowe pojawy „szkodników”. Zabójczy wpływ

na ptaki mają pestycydy, na których toksyczne działanie są szczególnie narażone ptaki drapieżne. Tworząc ostatnie ogniwo w łańcuchu troficznym kumulują w swych tkankach DDT i inne zbliżone substancje. Jak wykazano (D. A. Ratcliffe 1967), zaburzają one mechanizm hormonalny kierujący odkładaniem wapnia w skrupach jaj. W rezultacie skorupy jaj ptaków drapieżnych dotkniętych działaniem pestycydów są cieńsze niż normalnie i ulegają miążdżeniu pod ciężarem wyściadujących je ptaków (tzw. syndrom cienkiej skorupki).

Za najpoważniejsze cywilizacyjne czynniki destrukcyjne, szczególnie groźne dla ptaków zamieszkujących wysp, należy uznać wycinanie lasów oraz introdukowanie, celowe lub mimowolne, takich zwierząt jak psy, koty, szczury i świnię. Na przykład wprowadzenie w 1931 r. kotów na jedną z wysp N. Zelandii zredukowało występującą na niej populację ptaków z 400 000 do kilku tysięcy osobników, przy czym 6 gatunków uległo całkowitemu wyniszczeniu.

Streszczenie książki Hallidaya nie leży w moim zamiarze. Zatem w największym skrócie sygnalizuję, że treścią kolejnego rozdziału są trzy przykładowe historie wymarcia (a) dronty *Didus ineptus* (1681) z wyspy Mauritius, samotników *Raphus solitarius* z wyspy Réunion i *Pezophaps solitaria* z wyspy Rodrigues (1791), (b) wspomnianej już alki olbrzymiej *Alca impennis* (1844) z wysp Atlantyku północnego i (c) kaczki różowogłowej *Rhodonessa caryophyllacea* (1940) z delty Gangesu i Bramaputry (Bangladesz). Kolejny rozdział mówi o wymarłych i zagrożonych ptakach Ameryki Północnej. Motywem przewodnim jest tu historia eksterminacji gołębia wędrownego, którego stada liczące wiele milionów osobników obserwowano jeszcze w pierwszych dekadach XIX w. (J. J. Audubon, A. Wilson), zaś ostatni egzemplarz, będący pensjonariuszem ogrodu zoologicznego w Cincinnati, padł w 1914 r. W dalszych rozdziałach czytamy o wymarłych i ginących ptakach Nowej Zelandii, o zagrożonych ptakach Europy, wreszcie o wymarłych i zagrożonych ptakach Australii. Do najciekawszych partii książki należy moim zdaniem rozdział poświęcony ptakom wysp, zawierający m.in. sporą dawkę informacji o nowo powstałej gałęzi ekologii, zwanej biogeografią wysp, której głównymi twórcami są R. MacArthur i E. Wilson (1963).

Zwracałem już uwagę, że środowisko wysp z jednej strony sprzyja radiacji adaptacyjnej i specjacji, z drugiej natomiast stwarza dla swych mieszkańców, często będących gatunkami endemicznymi, najwyższe zagrożenie, np. wobec napływu obcych kolonizatorów. Badacze tego problemu spostrzegli, iż wyspy są zamieszkiwane przez mniejszą liczbę gatunków niż odpowiadające im powierzchnią obszary lądu stałego. Mieszkańcy wysp często wykazują cechy anatomiczne, ubarwienie i behawior różniące je od analogicznych gatunków występujących na kontynencie. W wielu przypadkach tworzą gatunki endemiczne. Zwierzęta zamieszkujące wyspy wykazują większe tendencje do wymierania aniżeli żyjące na kontynentach. Jeśli idzie o ptaki, to im położenie wysp jest bardziej odległe od lądu stałego, tym mniejsze są szanse, aby dotarła na nie dostatecznie liczna populacja jakiegos gatunku ptaków, zdolna do założenia kolonii lęgowej. Zatem wobec niskiego współczynnika kolonizacji oraz wysokiego współczynnika wymierania, osiągnięcie wyspy nie jest problemem, natomiast problemem jest założenie zdolnej do rozrodu kolonii. Wedle opinii D. Lacka, nawet odległe wyspy są odwiedzane przez wiele zalatujących ptaków, lecz tylko nieliczne ptaki osiedlają się. Powodem takiej sytuacji miałyby być prężność ekologiczna (ecological poverty) mieszkańców wysp. Wiele ptaków zasiedlających wyspy należy do form szeroko wyspecjalizowanych (generalists), mniej narażonych na wymieranie od wąskich specjalistów (specialists). Szerokiej specjalizacji towarzyszy częstokroć strategia „r”. Wreszcie małe i zagubione na oceanie wyspy nie mają ptaków drapieżnych. Okoliczność ta sprzyjała rozwojowi tendencji ograniczania zdolności lotu, aż do jej całkowitej utraty.

W świetle tych informacji interesująco przedstawiają się czynniki, które sprawiają, iż ptaki wysp są szczególnie narażone na wymieranie:

1. Małe rozmiary wysp umożliwiają egzystencję stosunkowo nielicznej populacji ptaków, co zwiększa możliwość ich zagłady, np. w wyniku nagłej katastrofy klimatycznej lub innej.

2. Mała liczebność populacji ogranicza stopień jej zróżnicowania genetycznego, zmniejszając zdolności przystosowawcze populacji do zmian zachodzących w środowisku.

3. Przystosowując się do lokalnych warunków panujących na wyspach, populacje kolonizatorów różnią się z czasem od swych kontynentalnych protoplastów w takim stopniu, iż uniemożliwia to ewentualne wyrównywanie uszczerbków populacji wyspowej przez formy zalatujące ze stałego lądu.

4. Wysoko wyspecjalizowane gatunki z wysp są szczególnie wrażliwe na jakiekolwiek zmiany środowiska, zarówno wywołane przez czynniki naturalne, jak również przez człowieka. W tej sytuacji jedynie gatunki szeroko wyspecjalizowane (generalists) mogą prawdopodobnie przeżyć istotne zmiany ekosystemu wyspy.

5. Gatunki o wąskiej specjalizacji są zagrożone inwazją przybyszów szeroko wyspecjalizowanych, osiadłych na wyspie w sposób naturalny lub przy współudziale człowieka.

6. Wiele gatunków zamieszkujących wyspy utraciło przystosowania, które chroniły ich przodków lądowych przed drapieżnikami.

A oto dwa wymowne przykłady: Wyspy Maskareńskie (Mauritius, Réunion, Rodrigues) charakteryzują się najwyższym tempem wymierania zamieszkujących je zwierząt. *Red Data Book* wymienia 13 gatunków ptaków rzadkich lub bezpośrednio zagrożonych wymarciem. O całkowicie wytępionych ptasich mieszkańcach Maskarenów wspomniałem w początkowej części tego tekstu. Nie lepiej przedstawia się sytuacja ptaków na Wyspach Hawajskich, gdzie z 68 pierwotnie występujących endemicznych gatunków aż 41 gatunków wyginęło, względnie należy obecnie do gatunków rzadkich.

W końcowym rozdziale książki autor przytacza i rozważa argumenty przemawiające za potrzebą ochrony ptaków, a więc argumenty etyczne, estetyczne, ekonomiczne, naukowe i ekologiczne, przy czym pierwszeństwo oddaje tym ostatnim. Trudno odmówić racji autorowi kiedy mówi, że „...wymieranie gatunków (nie tylko ptaków — A. J.) jest zazwyczaj następstwem naruszania ich środowiska. Ponieważ jest ono również i naszym środowiskiem, przeto nie stać nas na ignorowanie tego faktu”.

Gorąco zachęcam do sięgnięcia po książkę T. Hallidaya. Warto wspomnieć, że jest ona wyjątkowo pięknie zilustrowana przez samego autora. Jestem przy tym przekonany, że urokowi tej książki nie oprze się żaden zoolog.

Andrzej Jasiński

O podręcznikach statystyki matematycznej dla biologów

Nauczanie biologów podstaw statystyki matematycznej nie jest sprawą prostą. Po pierwsze, utarło się przekonanie, w dalszym ciągu bardzo silne w naszym kraju, że biologia jest jedyną dziedziną nauk ścisłych nie wymagającą znajomości matematyki, biologię zatem studiują osoby o najgorszym przygotowaniu matematycznym ze szkoły średniej. Po drugie pokolenie nauczycieli akademickich, które nadaje ton uczelniom przeszło przez studia biologiczne bez matematyki. Po trzecie, wiele ważnych odkryć biologicznych dokonano bez użycia aparatu matematycznego, a sama statystyka rozwinęła się w głównej mierze dla potrzeb rolnictwa i została do biologii wprowadzona jakby z zewnątrz.

Niestety bez podstaw statystyki matematycznej trudno uprawiać biologię obecnie i dlatego warto się zastanowić jakie znaleźć wyjście z trudnej sytuacji. Propozycją wyjścia jest program studiów biologicznych zatwierdzony przez Ministerstwo. Program ten przewiduje zapoznanie biologów z podstawami analizy matematycznej, rachunkiem prawdopodobieństwa i innymi ważnymi działami matematyki na pierwszym roku studiów, aby na drugim roku w ciągu 45 godz. wykładów i ćwiczeń dać podstawy teoretyczne i umiejętności praktyczne z zakresu statystyki matematycznej. Program to jest doskonały i podpisze się pod nim każdy matematyk i statystyk, ma tylko jedną drobną wadę: jest zupełnie nierealny. Aby zrealizować program matematyki na pierwszym roku należałoby albo zmienić sposób rekrutacji na studia biologiczne dając egzamin wstępny z matematyki, albo też 50% studentów pozostawić na pierwszym roku. Wyjściem najprostszym jest pobieżne zrealizowanie programu i przejście do porządku dziennego nad tym, że wiedza matematyczna studenta II roku biologii jest znacznie poniżej poziomu szkoły średniej.

Jak teraz uczyć statystyki studentów, którzy nie mają pojęcia o rachunku prawdopodobieństwa, a matematyka wszelkiego rodzaju przyprawia ich o ból głowy. Tu też jest prosty i łatwy sposób zwany „statystyką kuchenną” opartą na zbiorze recept. Jest to taka wiedza, którą jeden kolega uczony przekazuje drugiemu, któremu odrzucono pracę z braku opracowania statystycznego. Mówi mu: tu dodasz, tu podzielsz, podniesiesz do kwadratu lub spierwiastkujesz, a potem porównasz z tabelami, aby stwierdzić czy jest różnica lub zależność czy też jej nie ma. Studenci biologii mają w porównaniu ze studentami innych kierunków bardzo wyrobioną pamięć i nauczyć ich można najdziwniejszych rzeczy, jeśli tylko nie zmusza się ich do abstrakcyjnego myślenia. Taka kuchenna statystyka jest oczywiście niebezpieczna jak brzytwa w rękę niewidomego. Ludzie obliczają błąd standardowy nie wiedząc co on oznacza, nie rozumiejąc na czym polega statystyczna istotność, stosują niewłaściwe modele w niewłaściwych sytuacjach. Jest to gorsze niż zupełna nieznajomość statystyki.

Ale popadnięcie w drugą skrajność też do niczego nie prowadzi. Trudno sobie wyobrazić, aby każdy biolog znał dokładnie wyższą matematykę i rozumiał w pełni teoretyczne podstawy statystyki matematycznej. Trzeba znaleźć sposób uczenia gdzieś między tymi dwoma skrajnościami, wyjaśnić w miarę możliwości podstawy teoretyczne statystyki, ale tylko w miarę możliwości, a następnie nauczyć sposobów posługiwania się tym narzędziem. Na tej właśnie zasadzie opracowywane są współczesne podręczniki statystyki dla niematematyków, nie są to już ani zbiory recept, ani też traktaty o teoretycznych podstawach statystyki.

Uwagi te piszę po ukazaniu się na rynku księgarskim podręcznika R. E. Parkera „Wprowadzenie do statystyki dla biologów” (PWN, Warszawa 1978, 163 strony, cena 20.— zł, nakład 3500 egzemplarzy). Jest to podręcznik nowoczesny, tzn. uwzględniający tak teorię, jak i wspomniane powyżej recepty. Jest to jednak podręcznik bardzo elementarny, którego przestudiowanie nie może wystarczyć studentowi piszącemu pracę magisterską. Podaje on podstawowe informacje dotyczące rachunku prawdopodobieństwa, rozkładów normalnego, dwumianowego i Poissona, omawia błąd standardowy, test chi kwadrat, korelacje i regresje oraz prostą analizę wariancji, ale to już jest wszystko. Podręcznik ten nadaje się do samodzielnego studiowania, ponieważ podaje zadania i ich rozwiązywanie, nie ma natomiast w nim indeksu, rzeczy podstawowej w każdym podręczniku. Jest to poza tym podręcznik krótki, pisany dość sucho i może być trudny dla biologów, którzy potrzebują szerszego wyjaśnienia pewnych zagadnień.

Wady podręcznika Parkera widoczne są, gdy porównamy go z podręcznikiem R. R. Sokala i F. J. Rohlf’a „Biometry” (W. H. Freeman and Co., San Francisco

1969, 776 stron). Pierwsza rzecz, która rzuca się w oczy przy posługiwaniu się „Biometry” jest to, że autorami są biologowie, a nie matematycy. Autorzy myślą na sposób biologiczny, statystykę uważają li tylko za narzędzie przy rozwiązywaniu problemów biologicznych, mają ogromne doświadczenie w pracy badawczej w zakresie biologii, rozumieją potrzeby biologów i sposób dotarcia do nich z wiedzą z zakresu statystyki. Jest to chyba najlepszy podręcznik statystyki dla biologów, z wydanych dotychczas na świecie. Obejmuje on dużą problematykę, nie omija spraw trudnych, a jeśli takie istnieją tłumaczy je obszernie na przykładzie danych biologicznych, w sposób dla biologa intuicyjnie zrozumiały. Podręcznik ten może służyć tak studentowi, jak i zaawansowanemu badaczowi, ucząc nie tylko techniki obliczeń statystycznych, ale i teorii stojącej za tą techniką. Co więcej podręcznik ten może być trudny, irytujący i zbyt przegadany dla matematyka, ponieważ pisany był z myślą o biologach. Tu też są ćwiczenia, niestety bez rozwiązań, a poza tym doskonały indeks, zbiór programów statystycznych w FORTRAN-ie, dodatek wyjaśniający nieco trudniejsze rzeczy z matematyki i opis sposobu posługiwania się kalkulatorami przy obliczeniach statystycznych. Z podręcznikiem tym związane są tabele statystyczne tych samych autorów (F. J. Rohlf, R. R. Sokal, „Statistical Tables”, W. H. Freeman and Co, San Francisco 1969). Będąc realistą nie sądzę, aby stać nas było na zakup praw do przetłumaczenia „Biometry” i wydania jej w Polsce wraz z tablicami, byłaby to zresztą rozrzutność biorąc pod uwagę, że mamy znacznie mniej biologów niż kraje anglosaskie, ale z drugiej strony smutno, że musimy szkolić naszych studentów na poziomie znacznie niższym, niż w innych krajach. Uniwersytety skandynawskie używają często podręczników w języku angielskim, przy normalnych kursowych wykładach, może my też kiedyś do tego dojdziemy, bo jak długo nasza chata ma być ze skraja i my mamy być gorsi.

Niebył udał się PWN podręcznik Parkera, ale udał się podręcznik H. M. Blalocka „Statystyka dla socjologów” (PWN, Warszawa 1977, 512 stron, cena 54.— zł). To też bardzo dobry podręcznik uczący nie tylko technik statystycznych, ale i teoretycznych podstaw i statystycznego myślenia. Ponieważ pisany jest dla niematematyków, jest on zrozumiały dla biologów, nie tak dobry jak „Biometry”, ale znacznie lepszy od podręcznika Parkera. Blalock, podobnie jak Sokal i Rohlf nie żałuje miejsca na wyjaśnienie podstaw statystyki i spraw trudnych, w sposób zrozumiały dla czytelnika bez matematycznego wykształcenia. Oprócz rzeczy podstawowych podaje wiele testów nieparametrycznych, jest też dobrze redakcyjnie przygotowany, z indeksem, wyjaśnieniem trudniejszej matematyki (też ze szkoły średniej) oraz z własnymi tabelami. Byłby to doskonały podręcznik dla studentów biologii, gdyby nie ukazał się przeszło rok temu i znikł ostatecznie z księgarni. Mielśmy zatem w ubiegłym roku dobrego Blalocka, w tym roku mamy gorszego Parkera, a za rok co nam PWN da, może nic, albo może jakiś podręcznik napisany przez matematyka, absolutnie niestrawny dla biologów. Nie będziemy się dziwić, ponieważ od lat brakuje już na rynku podręczników FORTRAN-u, a ludzie jakoś uczą się i programują.

Ta niepewność rynku wydawniczego podręczników akademickich ma poważne konsekwencje. Studenci nie kupują podręczników na własność, aby korzystać z nich w dalszych latach studiów i w pracy zawodowej, ale pożyczają je lub kupują na jeden rok, aby po roku odsprzedać. Podręcznik używany tu jest do załatwienia przykłej formalności, jaką jest zaliczenie lub egzamin, aby potem wiedzę tę wraz z podręcznikiem wrzucić do kosza. I odbywa się to w czasach, gdy studia na całym świecie w coraz większym stopniu bazują na indywidualnej pracy studenta z podręcznikiem.

Erich Scholtyseck, *Fine Structure of Parasitic Protozoa, An atlas of micrographs, drawings and diagrams, with 186 figures.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1979, 206 pp.

W początku 1979 r. ukazał się atlas „Ultrastruktura pasożytniczych Protozoa” (*Fine structure of Parasitic Protozoa*) opracowany przez profesora Uniwersytetu w Bonn dr Ericha Scholtysecka. Książka ta została pomyślana jako pomoc naukowa dla osób studiujących biologię i interesujących się zagadnieniami protozoologii, cytologii i parazytologii. Zastosowano tu interesującą formę prezentacji materiału polegającą na tym, że mikrofotografia, oparty na niej rysunek pasożyta i tekst komentarza znajdują się obok siebie na sąsiednich stronicach, wzajemnie się uzupełniając i wyjaśniając. Informacje te zaopatrzone także w notki zawierające wyjaśnienia metodyczne i piśmiennictwo wskazujące na źródło skąd dane ilustracje pochodziły.

W ten sposób przedstawiono ponad 30 gatunków pasożytniczych pierwotniaków, głównie z grupy *Apicomplexa* (m.in. *Eimeria*, *Toxoplasma*, *Sarcocystis*, *Frenkelia*, *Besnoitia*, *Plasmodium*, *Babesia*, *Theileria*) oraz niektóre wiciowce (*Trypanosoma*, *Leishmania* i *Trichomonas*), ameby (*Entamoeba*), mikrosporidie (*Nosema* i *Pleistophora*) a także pasożyty o niejasnej pozycji systematycznej (*Pneumocystis*). Ilustracje przedstawiają niekiedy po kilka różnych postaci poszczególnych gatunków pasożytów. W rezultacie na 80 obrazach przedstawiono szczegółowo budowę wewnątrzkomórkową wielu ważnych pasożytów i ich podstawowych postaci rozwojowych. Pokazano także ważniejsze procesy morfogenetyczne zachodzące w czasie ich cyklów rozwojowych.

Album prof. E. Scholtysecka zawiera ogromną ilość informacji dotyczących ultrastruktury komórek omawianych pasożytów. A jednocześnie zademonstrowanie mikrofotografii i rysunków wraz z objaśnieniami może być doskonałą szkołą interpretacji obrazów uzyskiwanych w mikroskopie elektronowym. Należy wyrazić najwyższe uznanie dla doboru materiału ilustracyjnego; zamieszczone fotografie są ciekawe, zawierają dużo istotnych szczegółów. Liczne z nich to oryginalne fotografie autora. Warto także dodać, że zgromadzone ilustracje są po prostu ładne.

Albumowa część książki została poprzedzona obszernym rozdziałem omawiającym budowę i rozwój przedstawianych grup *Protozoa*. Zamieszczono tu m.in. liczne schematy budowy poszczególnych pasożytów, wybiegające już poza interpretację pojedynczych fotografii mikroskopowych, a będących wynikiem rozpowszechnionych ostatnio rekonstrukcji budowy wewnątrzkomórkowej pierwotniaków. Omówiono także podstawowe procesy podziału komórkowego oraz formowanie mikro- i makrogamet.

W rezultacie książka prof. E. Scholtysecka daje dużo solidnej wiedzy o omawianych grupach pasożytów i ich przedstawicielach. Szkoda jedynie, że autor ograniczył tak bardzo zakres swego opracowania. Ponad trzy czwarte materiału (85% zamieszczonych fotografii) dotyczy *Apicomplexa*. W ten sposób liczne interesujące grupy pasożytów zostały całkowicie pominięte. Usprawiedliwiają to w pewnym stopniu zainteresowania autora, wybitnego specjalisty od *Apicomplexa* i wielkiego entuzjasty tej grupy pierwotniaków oraz zamierzona wielkość publikacji. Można jednak wyrazić nadzieję, że w następnych wydaniach, a będą one konieczne zarówno ze względu na zainteresowanie tymi problemami jak i postęp w poznaniu omawianych pasożytów, inne grupy zostaną także wykorzystane.

Na zakończenie konieczne jest także wyrażenie uznania dla wydawnictwa Konrada F. Springera za zapewnienie albumowi prof. E. Scholtysecka wyjątkowo starannej szaty graficznej, interesującego układu i pięknego druku.

Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej t. VI, Wartości środowiska przyrodniczego dorzecza Pilicy i zagadnienia jego ochrony. Polska Akademia Nauk — Oddział w Krakowie. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1978, s. 344.

Jest to piękne dzieło zbiorowe, w opracowaniu którego wzięło udział 18 autorów, doskonale przedstawiających starannie opracowane poszczególne zagadnienia, dotyczące dorzecza Pilicy. Z 20 pięknie skonstruowanych opracowań czytelnik zapoznaje się ze środowiskiem przyrodniczym olbrzymiego dorzecza Pilicy, obejmującego powierzchnię 9244,8 km². Dorzecze Pilicy w charakterze wyżynno-nizinnym posiada środowisko przyrodnicze stosunkowo mało zmienione i zniszczone przez działalność człowieka. Oprócz korzyści natury poznawczej badania przeprowadzone w dorzeczu Pilicy umożliwią utrwalenie aktualnych wartości i walorów środowiska naturalnego-przyrodniczego w postaci dobrze przeprowadzonej dokumentacji naukowej. Autorzy przy opracowaniu omawianego zagadnienia wykorzystali oprócz własnych badań i studiów, również materiały opublikowane, także ogromne materiały uzyskane z dokumentów archiwalnych, kartotek, urzędów, instytucji, przedsiębiorstw i z rękopisów. Nieco skąpo przedstawiają się dane uzyskane w zakresie zagadnień zoogeograficznych.

Badania trwały w ciągu 6 lat, prowadzone były przez zespół działający pod kierunkiem prof. Antoniego S. Kleczkowskiego w ramach Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej PAN w Krakowie. W pracach trwania studiów nad dorzeczem Pilicy brało udział w różnych okresach ok. 40 osób, specjalistów różnych dyscyplin głównie z Łodzi, Krakowa i Kielc oraz w mniejszym stopniu z Warszawy oraz Puław.

Artykuły uszeregowane zostały wg następujących działów: geologia, gleby, rzeźba terenu, wody, klimat, przyroda ożywiona (porosty, grzyby, zespoły łąkowe, torfowiskowe, leśne i inne oraz ryby, ptaki i ssaki).

W ramach recenzji nie sposób omówić szczegółowo wszystkich artykułów zasługujących na to, umieszczonych w tomie VI Studiów Ośrodka Dokumentacji Środowiskowej, a przedstawiających wartości środowiska przyrodniczego dorzecza Pilicy i zagadnienia jego ochrony. Dlatego też wymieniono autorów i tytuły umieszczonych artykułów w takim samym porządku, w jakim umieszczone zostały w omawianej tej unikalnej pracy zbiorowej.

Tom VI otwiera praca prof. A. S. Kleczkowskiego i Józefa Myszkii pt. „Zarys budowy geologicznej dorzecza Pilicy” (s. 9—19). Dorzecze Pilicy leży w obrębie następujących jednostek tektonicznych: monokliny krakowsko-wieluńskiej, niecki nidziańskiej, zapadliska przedkarpackiego, osłony mezozoicznej Gór Świętokrzyskich, wału Kujawsko-pomorskiego, niecki łódzkiej, niecki lubelskiej oraz niecki mazowieckiej. Na profil geologiczny (zgodnie z biegiem rzeki) składają się utwory: kredy, triasu i jury; kredy, jury oraz znowu kredy i trzeciorzędu.

Rzeźbę dorzecza Pilicy opracował M. Niemirowski (s. 19—30). Dorzecze Pilicy obejmuje fragmenty pięciu krain geograficznych: Wyżyny Krakowskiej, Niecki Nidziańskiej, Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej, Wyżyny Łódzkiej, Niziny Mazowieckiej. W obrębie dorzecza Pilicy wydzielane są trzy regiony geomorfologiczne: południowy, środkowy i północny.

Prof. A. S. Kleczkowski przedstawił też „Wody podziemne dorzecza Pilicy” (s. 33—51), wyróżniając piętra wodonośne podłoża.

„Wody powierzchniowe dorzecza Pilicy” omówione zostały przez A. S. Kleczkowskiego i J. Kowalskiego (s. 51—71). Rzeka Pilica liczy 342 km i jest ósmym pod względem długości ciekim w Polsce, zaś co do powierzchni zlewni zajmuje miejsce siódme, natomiast co do długości dorzecza, Pilica zajmuje czwarte miejsce w kraju, pod względem zasobności wody (średni przepływ roczny) zajmuje miejsce dziewiąte po Dunajcu. Opracowanie zawiera charakterystykę hydrograficzną

Pilicy i ważniejszych dopływów, podaje charakterystyczne stany i przepływy Pilicy i jej ważniejszych dopływów, opisuje źródła, uwzględnia budowle hydrotechniczne, a także przedstawia stopień czystości wód.

J. Lewińska opracowała „Załyś środowiska klimatycznego Pilicy” (s. 71—89), który przedstawia temperatury powietrza i opady atmosferyczne poszczególnych dzielnic Polski rolniczo-klimatycznych wg Gumińskiego, a mianowicie: środkowej, łódzkiej i częściowo częstochowsko-kieleckiej.

Dalsze stronicie wypełniają artykuły o tematyce botanicznej. Tak K. Czyżewska ogłosiła cenną „Florę porostów dorzecza Pilicy” (s. 89—109). Autorka zebrała na omawianym obszarze 356 gatunków, 3 odmiany i 5 form. Interesująco i ważąco przedstawia się analiza porostów bardzo rzadkich i rzadkich; jak również wzmianka o porostach chronionych.

Następne wartościowe opracowanie pióra M. Ławrynowicz dotyczy „Grzybów dorzecza Pilicy” (s. 109—123). Autorka wymienia 110 gatunków spośród mikroflory, w tym 54 nowe dla tego terenu.

„Zbiorowiska łąkowe i torfowiskowe dorzecza Pilicy” (s. 123—137) to temat przedstawiony przez T. Żaluskiego.

„Roślinność kserotermiczna dorzecza Pilicy” (s. 137—145) jest udziałem doświadczonego naukowca L. Fagaszewicza.

R. Olaczek i J. Jakubowska-Gabara dokładnie i sumiennie przedstawili „Zespoły leśne dorzecza Pilicy” (s. 145—165).

„Chronione i rzadkie składniki flory dorzecza Pilicy” (s. 165—181) stanowią staranne i wnikliwe opracowanie R. Olaczka.

W specjalnych rozdziałach wnikliwy badacz przedstawił: ogólne rysy flory dorzecza Pilicy, drzewa tego terenu występujące na granicy zasięgu, rośliny górskie, gatunki borealne i subatlantyckie oraz rośliny podlegające ochronie gatunkowej.

W innym artykule R. Olaczek przedstawił „Ogólną charakterystykę szaty roślinnej dorzecza Pilicy i zagadnienia ochrony” (s. 181—191), w którym autor, znany badacz środowiska, omówił główne zagadnienia ochrony szaty roślinnej.

„Surowce mineralne dorzecza Pilicy” (s. 191—213) w sposób dokładny przedstawił S. Kozłowski, zaś „Charakterystykę uprzemysłowienia dorzecza Pilicy” (s. 213—229) podał K. Żaręba.

„Przyrodnicza i gospodarcza charakterystyka lasów dorzecza Pilicy” (s. 229—249) przedstawiona została przez A. Grabowskiego i J. A. Lesińskiego.

„Charakterystykę gleb dorzecza Pilicy” (s. 249—159) podał Z. Oczół i J. Strzelec.

Interesująco przedstawia się „Rozsiedlenie ważniejszych, z punktu widzenia łowiectwa i wędkarstwa gatunków zwierząt w dorzeczu Pilicy” (s. 259—279) według relacji T. Penczaka, potraktowane ze znanstwem badacza.

„Godne ochrony obszary i obiekty przyrodnicze dorzecza Pilicy” (s. 279—311) znalazły doskonałe odzwierciedlenie w wymyślnym opracowaniu M. Drzał i R. Olaczka.

Również M. Drzał jest autorką wzorowego artykułu pt. „Współczesny stan ochrony przyrody dorzecza Pilicy” (s. 311—319).

Zamyka przegląd artykułów oceniających wartości środowiska przyrodniczego dorzecza Pilicy i zagadnienia jego ochrony interesujący artykuł M. Drzał i A. S. Kleczkowskiego, przedstawiający „Koncepcję ochrony środowiska przyrodniczego dorzecza Pilicy” (s. 319—340).

Pracę upiększają liczne ilustracje i ryciny. Autorami udanych zdjęć fotograficznych są: A. Grabowski, J. A. Lesiński, R. Olaczek, J. Hereźniak i P. Pierściński.

Redakcja i autorzy włożyli w tę pracę wiele wysiłków i trudu, a także mnóstwo i bogactwo pomysłów naukowych. Może ona służyć jako najlepszy przykład

pracy poświęconej zachowaniu środowiska naturalnego. Aby jak najwięcej takich prac, przysparzających sławy obrońcom środowiska przyrodniczego, ukazywało się w naszym kraju.

Jakub Mowszowicz

Žizn rastieni, T. 3, Vodorosli — praca zbiorowa pod redakcją prof. M. M. Gollerbaha. Moskva 1977, Izd. „Prosвіeńšenie”, s. 488, ryc. 333.

Trzeci tom z serii „Życie roślin” obecnie dostępny na naszym rynku księgarskim jest poświęcony glonom. Jest to praca zbiorowa pod redakcją prof. M. M. Gollerbaha, której poszczególne rozdziały napisali znani specjaliści od poszczególnych zagadnień.

Głony są jedną z najstarszych grup świata roślinnego. Występujące, znaczne niekiedy różnice w ich budowie mikroskopowej, makroskopowej, zabarwieniu i wymiarach są wynikiem ewolucji i przystosowania się do określonego sposobu życia i środowiska. Zamieszkują one zarówno różnego typu zbiorniki wodne, jak i powierzchniowe warstwy gleby, korę drzew, skały itp. Uwzględnienie porostów w niniejszej książce wynika z charakterystycznej budowy tej grupy — symbioza grzyba i glonu.

Zarówno glony, jak i w nieco mniejszym stopniu porosty, cieszą się, zwłaszcza w ostatnich czasach dużym zainteresowaniem coraz szerszego kręgu uczonych i praktyków. Zainteresowanie to jest dwutorowe. Po pierwsze — czysto poznawcze, teoretyczne, po drugie — praktyczne, wynikające z nieograniczonych możliwości wykorzystania tych grup dla człowieka (rolnictwo, różne gałęzie przemysłu).

W języku rosyjskim nie było do tej pory podobnej książki. Książki, która w sposób przystępny, popularny, przedstawiała by osiągnięcia poznawcze i praktyczne odnoszące się do tych dwóch grup. Dlatego też wychodzi ona na przeciw zapotrzebowaniom społecznym.

Sama książka składa się z dwóch zasadniczych części. Pierwsza z nich jest poświęcona glonom, druga porostom.

Część poświęcona glonom składa się z pięciu rozdziałów. Pierwszy — Ogólna charakterystyka glonów — zawiera dane o podobieństwach i różnicach tej grupy i innych świata roślinnego (autor — M. M. Gollerbah), sposoby odżywiania glonów i innych roślin zielonych (V. E. Siemienko), opis budowy komórki, (T. V. Siedova), główne typy budowy morfologicznej (M. M. Gollerbah) i sposoby rozmnażania i cykle rozwojowe (J. E. Pemrov).

Rozdział drugi (Głony, a środowisko), którego autorami są: M. M. Gollerbah, I. I. Nikołajev, J. E. Pietrov, T. V. Siedova i E. A. Stina zawiera opis warunków koniecznych do życia glonów, a także najbardziej charakterystyczne ich ekologiczne ugrupowania (cenozy). Wyróżniono tutaj następujące cenozy: glony planktonowe, bentosowe, naziemne, glebowe, gorących źródeł, śniegu i lodu, słonych zbiorników i podłoża wapiennego. Kończy rozdział omówienie współżycia glonów z innymi organizmami.

Rozdział trzeci jest poświęcony systematycznemu przeglądowi glonów. Podział systematyczny który tutaj przyjęto jest jednym z najczęściej stosowanych i szeroko przyjętych w literaturze naukowej. Poszczególne grupy opisali: *Cyanophyta* — E. G. Kukkom; *Pyrrophyta* — A. M. Matvienko; *Chrysophyta* — Z. I. Glezer, A. M. Matvienko i I. I. Tabačnikovoj; *Bacillariophyta* — I. V. Makarovoj; *Xanthophyta* — T. V. Dogadinov i A. M. Matvienko; *Phaeophyta* — J. E. Pietrov; *Rhodophyta* — K. L. Vinogradov; *Euglenophyta* — T. A. Cafonova; *Chlorophyta* — ogólna charakterystyka — M. M. Gollerbah, *Volvocophyceae* — A. M. Matvienko,

Protococcophyceae — A. M. Matvienko, *Ulotrichophyceae* — K. L. Vinogradova, *Siphonophyceae* — K. L. Vinogradova, *Conjugatophyceae* — L. A. Rundina; *Charophyta* — M. M. Gollerbah.

W rozdziale czwartym — Pochodzenie, pokrewieństwo i ewolucja glonów (autor — J. E. Pietrov) opisano dane dotyczące pochodzenia przedjądrowych i jądrowych glonów i uzupełniono te dane słusznymi, według autora, drogami ewolucyjnego pochodzenia glonów. Należy wspomnieć, że częściowe dane odnośnie pochodzenia i ewolucji glonów są również umieszczone w rozdziale pierwszym i trzecim.

W rozdziale piątym — Znaczenie glonów w przyrodzie i życiu człowieka — omówiono: historyczną rolę glonów i ich znaczenie w geologii (Z. I. Glezer), rozprzestrzenienie glonów we współczesnych zbiornikach wodnych, ich biomasę i produkcję (M. M. Gollerbah), praktyczne wykorzystanie glonów (M. M. Gollerbah) oraz metody i sposoby masowej hodowli glonów (M. G. Vladimirova i V. E. Siemenko).

Druga część książki jest poświęcona porostom. Grupa ta w porównaniu do poprzedniej jest potraktowana znacznie skromniej. Porosty omówione są w czterech rozdziałach. W pierwszym — ogólna charakterystyka porostów — uwzględniono różnice przedstawicieli tej grupy w porównaniu do innych świata roślinnego, składniki budowy porostów, budowę morfologiczną i anatomiczną, cechy i właściwości ekologiczne i fizjologiczne oraz rolę porostów w przyrodzie (H. H. Trass i N. S. Gołubkova).

Rozdział drugi jest poświęcony systematycznemu przeglądowi tej grupy (autorzy: N. S. Gołubkova i H. H. Trass). W kolejnych rozdziałach omówiono pochodzenie porostów i ich miejsce w systemie świata roślinnego. Ciekawe są zwłaszcza rozważania autora tego rozdziału na temat umiejscowienia w czasie powstania porostów oraz sposobu powstania połączenia komponent — grzyb — glon. (H. H. Trass). W ostatnim rozdziale przedstawiono sposoby praktycznego wykorzystania przedstawicieli tej grupy (N. S. Gołubkova).

Książkę kończy skorowidz terminów użytych w tekście, nazw rosyjskich i łacińskich.

Strona graficzna omawianej książki prezentuje się bardzo bogato. Oprócz 56 czarno-białych i kolorowych wkładek, zamieszczono również aż 333 rysunki, schematy i szkice. Wszystkie zamieszczone ilustracje odznaczają się nie tylko wysokimi walorami estetycznymi, ale także mają dużą wartość poznawczą.

Należy przypuszczać, że niniejsza książka znajdzie uznanie nie tylko u teoretyków i praktyków zajmujących się glonami i porostami, ale też wpłynie na zwiększenie zainteresowania ludzi bezpośrednio z biologią nie związanych na otaczające ich środowisko co z całą pewnością przyniesie nie tylko poznawcze korzyści.

Krzysztof Z. Kamiński

SEKWENCJA NUKLEOTYDÓW GENOMU NOWOTWOROWEGO WIRUSA SV40

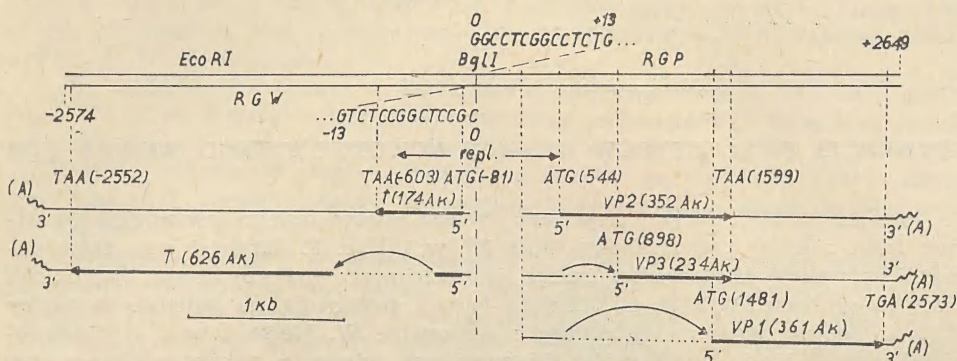
W roku 1976 W. Fiers i wsp. rozszyfrowali genom małego jednoniciowego wirusa RNA znanego pod symbolem MS2 [6], w 1977 r. F. Sanger i wsp. zaprezentowali sekwencję nukleotydów innego jednoniciowego małego wirusa, tym razem DNA, o symbolu PhiX174 [8]. Oba te wirusy pasożytują na pałeczce okrężnicy *E. coli*. Obecnie pojawiło się następne doniesienie W. Fiersa i wsp. z przedłożeniem całości składu nukleotydów dwuniciowego wirusa o symbolu SV40 (szczep 776), pasożytniczego na komórkach ssaków i powodującego ich nowotworowe przeobrażenie. Ustalenie znaczenia elementów genomu tego wirusa zostało umożliwione przez liczne wcześniejsze badania, przeprowadzone w wielu laboratoriach, w których wyznaczono sekwencję aminokwasów niektórych wirusowych białek.

Wirus SV40 wykryto po raz pierwszy w badaniach normalnej tkanki nerki małpy. Wirus ten jest zaliczany [4] do rodzaju B *Papoviridae* (papilloma-polyoma-simian vacuolising agent), którego wszyscy przedstawiciele — z wyjątkiem wirusa K — są czynnikami onkogenicznymi. Wirusy Papova mają postać ikosaedralnych nukleokapsyd. Średnica kapsydy SV40 mierzy 45 nanometrów. Zakażenie komórek małpy przez SV40 prowadzi do cyklu produkcyjnego, czyli litycznego. Zakażenie komórek innych ssaków (myszy, szczura, królika, człowieka) w hodowli tkanki nie rozwija się według cyklu litycznego, lecz przybiera postać integracji DNA wirusa do DNA komórki. Integracji towarzyszy zwykle transformacja nowotworowa.

Wirion SV40 zawiera w kapsydzie genom o postaci kolistej molekuly podwójnej spirali DNA, liczącej 5224 par nukleotydów. Kapsyda jest zbudowana z molekuł „głównego” białka, VP1, oraz z molekuł dwóch białek dodatkowych, VP2 i VP3. Ponadto, wśród białek wiriona znajdują się histony H2A, H2B, H3 i H4, które pochodzą od komórki gospodarza. Po zakażeniu komórki, genom pasożyta staje się w cytoplazmie matrycą, z której zostają transkrybowane mRNA dla dwóch białek wczesnej fazy rozwoju wirusa. Białka te, zwane antygenami t i T, umożliwiają rozpoczęcie drugiego etapu infekcji, mianowicie replikacji DNA wiriona, co z kolei warunkuje produkcję mRNA dla białek fazy późnej, mianowicie wspomnianych już VP1, VP2 i VP3. Białka wczesne mają istotne znaczenie także dla procesu transformacji komórki, chociaż mechanizm i warunki ich działania w tym kierunku nie są bliżej znane. Białka t oraz T mają znaczenie funkcjonalne, nie ma ich w wirionie.

Kod dla białek t i T znajduje się w tym samym, wczesnie aktywnym, odcinku nici wirionowego DNA (rys. 1). Regiony kodujące obu tych białek zachodzą częściowo na siebie. Dla każdego białka wytwarzany jest osobny wzorzec mRNA. Wzorzec mRNA dla białka t ma stałą Svedberga 19 S i reprezentuje kopię całego wczesnego regionu nici DNA (rys. 1). Kopia ta — z wyjątkiem, o którym wspomniemy później — sięga od regionu bliskiego zera (rys. 1) aż do ogniwa nukleotydowego -2574, a potem jeszcze dalej o 80 do 100 nukleotydów poza ogniwo zaznaczone nr +2649 (genom jest zespolony w pierścieniu). Z tego długiego mRNA, translacji na białko w rybosomach ulega tylko początkowy odcinek stanowiący zaledwo 1/5 całości (rys. 1).

Wzorzec mRNA dla T ma nieco mniejszą stałą Svedberga. Powstaje on prawdopodobnie najpierw jako kopia całości odcinka DNA kodującego białka wczesne. Potem to mRNA przechodzi proces wycięcia (ekscyzji) fragmentu, którego lokaliza-



Rys. 1. Mapa genomu bakteriofaga SV40. Podwójna linia przedstawia dwie nici podwójnej spirali DNA w skali przytoczonej na dole (1 kb = 1000 par nukleotydów). Genom jest przedstawiony jako parzysta linia prosta. W istocie rzeczy obie nici są spiralnie skręcone, jak też spojęne końcami (-2574 i +2649) w formację pierścieniową. Za punkt wyjściowy łańcucha par nukleotydów przyjęto ogniwo oznaczone nr zero (0). Enzym restrykcyjny BglI rozcina pierścień genomu specyficznie w tym jedynym miejscu. Ogniwo zero jest para G—C. W tym miejscu znajduje się wielki palindrom liczący 27 bp (par nukleotydów). W diagramie podany jest ciąg palindromu z uwzględnieniem zasad tylko jednej nici każdego z ramion, dla lepszego uwydatnienia rotacyjnej symetrii układu. Palindrom jest sygnałem dla enzymów replikujących DNA wiriona, gdyż od niego rozpoczyna się jego genetyczne odtwarzanie. Replikacja toczy się w obie strony pierścienia, w przybliżeniu z jednakową prędkością, aż do chwili spotkania się obu rozwidłań replikacyjnych, co następuje w regionie znajdującym się w pobliżu końców nici w diagramie. Liczby koło nici genomu oznaczają numerację ogniw DNA, licząc od pary zerowej. Z obu sparowanych nici DNA, nić dolna (jej część lewa na rysunku) jest regionem genów wczesnych (RGW), zaś nić górna (jej część prawa) jest regionem genów późnych (RGP). Na obu niciach zaznaczono niektóre punkty, objaśnione w diagramie pod linią DNA. W parzystej linii zaznaczono też miejsce, w którym pierścień DNA jest rozcinany przez inny jeszcze enzym restrykcyjny, EcoRI.

Odcinek genomu sąsiadujący z ogniwo zero, mianowicie od -79 do +542, nie jest zajęty przez znaki kodowe dla białek wirusa. W tej okolicy znajduje się szereg znaków o znaczeniu regulacyjnym (p. tekst). Nić dolna jest transkrybowana w lewo, nić górna — w prawo. Poniżej genomu zaznaczono zakres lokalizacji wzorców matrycowych dla pięciu mRNA wirusa. Po lewej stronie — mRNA dla antygenów t i T. Po prawej stronie — trzy mRNA dla białek późnych VP1, VP2 i VP3. Liczby w nawiasach oznaczają liczbę aminokwasów (Ak) danego polipeptydu. Linia ciągła przedstawia całość długości danego mRNA. Ogonek na końcu 3' oznacza końcówkę terminalną poli(A), doczepianą do wszystkich mRNA w cytoplazmie. Obszar objęty grubą kreską odpowiada fragmentowi zajętemu przez tryplet dla danego białka, i ten ulega translacji na rybosomach. Część mRNA zaznaczona kropkami wskazuje odcinek, który, po skopiowaniu RNA z matrycy DNA, zostaje wycięty, i nie ma go w gotowym cytoplazmatycznym mRNA. Część początkowa RNA zostaje, po ekscyzji, zespólna z dalszym ciągiem RNA, jak to wskazują łukowe strzałki.

Obok długości nici mRNA, w diagramie zaznaczono niektóre znaki kodowe (tryplety), mianowicie tryplety startowe (ATG) i stopowe (przeważnie TAA, w jednym przypadku TGA). Liczby w nawiasach koło trypletów wskazują pozycję środkowej zasady trypletu w genomie

cję zaznaczono kropkami w rys. 1. Po ekscyzji, oba pozostałe fragmenty łańcucha mRNA zostają ze sobą spojęne. Podobny proces ekscyzji przechodzi również mRNA dla białka t. Wycięciu ulega tu krótki odcinek ok. 50 nukleotydów z regionu nie kodującego białka. Wzorec DNA genomu dla tego odcinka cechuje się znaczną obfitością par nukleotydów AT (mRNA obfituje w pary UA).

Końcowy segment mRNA dla T — podobnie jak dla t — sięga o kilkadziesiąt nukleotydów poza punkt rozdzielczy regionów białek wczesnych i późnych w DNA wiriona. W tym granicznym regionie kopiowane są terminalne części sekwencji nukleotydów w kierunku końca 3' DNA, gdzie wzorce dla obu rodzajów mRNA pokrywają się między sobą.

Kod dla aminokwasów białek t i T rozpoczyna się, licząc w lewo, od nukleotydu w pozycji —80, ale do obu mRNA należy jeszcze — typowa dla mRNA wszystkich eukariotów — metylowana „czapa” o wzorze 7mGppp2mApU. Stąd wiadomo, że transkrypcja tych mRNA musi rozpoczynać się przed ogniwem —80, ale w punkcie jeszcze dokładnie nie ustalonym.

Z rys. 1 widać, że również oba początkowe segmenty regionów kodowych dla aminokwasów białek t i T pokrywają się ze sobą. Zgodnie z tym, skład aminokwasów początkowych odcinków od końca $-NH_2$ obu tych białek jest jednakowy. Wobec tego, że część molekuly mRNA białka T ulega ekscyzji, w dalszych odcinkach obu peptydów sekwencje aminokwasów stają się różne, a polipeptyd T ma o wiele większe rozmiary niż t (626 aminokwasów w porównaniu do 174).

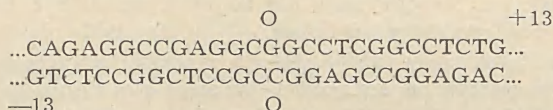
Bardziej skomplikowane stosunki panują w odcinku kodującym białka późne. Dla trzech białek późnych syntetyzowane są odpowiednio trzy różne mRNA. Największą długość i największą stałą Svedberga (19 S) ma mRNA dla VP2. Nieco mniejsze rozmiary (18 S) ma mRNA dla VP3. Najmniejszą molekułę (16 S) posiada mRNA dla VP1. I w tym przypadku — podobnie jak u mRNA dla białka T — najprzód powstaje komplementarna kopia mRNA całości odcinka (późnego) nici kodowej DNA wiriona, a potem z tej kopii usunięty zostaje określony element i zlepienie odcinka początkowego z końcowym. Odcinki ulegające ekscyzji są zakropkowane w rys. 1. Proces transkrypcji mRNA dla białek późnych nie kończy się na ogniwie +2649, lecz postępuje dalej o kilkadziesiąt ogniw tak, że — jak wcześniej zaznaczono — terminalne odcinki końców 3' mRNA dla białek wczesnych i późnych pochodzą z tego samego regionu DNA. Jak z powyższego wynika, proces syntezy wirusowych molekuł RNA na wirionowym wzorcu genomu DNA jest znany tylko częściowo.

Jak widać z rys. 1, regiony kodowe dla VP2 i VP3 pokrywają się na dość znacznym obszarze tej samej nici DNA. Białko VP3 może uchodzić za część białka VP2. Przypomina to stosunki dla początkowego (od końca $-NH_2$) odcinka białek t i T. Jednak w obecnym przypadku punkty startowe dla kodu aminokwasowego (tryplety ATG) są dla VP2 i dla VP3 oddzielne. Natomiast tryplet terminalny (TAA, rys. 1) jest wspólny.

Inaczej jest z kodem dla białka VP1. Z rys. 1 widać, że początkowy odcinek kodu dla VP1 (rozpoczynający się trypletem ATG na ogniwach +897 do +899) przypada na końcowy odcinek kodowy dla VP2/VP3. Okazuje się jednak, że skład aminokwasowy tego odcinka VP1 jest zupełnie inny niż końcowych ($-COOH$) odcinków obu poprzednich białek. Tryplety dla VP1 są inne niż dla VP2/VP3. Oto białko VP1 jest kodowane z tej samej nici DNA, ale według innej fazy odczytu sekwencji kodowej. Mianowicie faza jest tu przesunięta o jedno ogniwo nukleotydowe w kierunku zgodnym z odczytywaniem trypletów [7]. Mamy tu ten sam „paradoks”, który wykrył F. Sanger i wsp. na jednoniciowym fagu DNA PhiX174. Fakt ten jest o tyle interesujący, że cechy DNA wirionów nowotworowych przypominają DNA genomów komórek kręgowców. Widocznie wykorzystywanie tych samych odcinków DNA dla zapisu informacji genetycznej sekwencji aminokwasów dla dwóch lub większej liczby cząsteczek białkowych jest możliwe także u wyższych zwierząt.

Odcinek DNA genomu wiriona rozpoczynający się od ogniwa nukleotydowego —79 — poprzez zero — do +542 nie koduje białka, a natomiast zawiera szereg osobliwych sekwencji nukleotydowych, będących niewątpliwie ważnymi czyn-

nikami informacyjnymi dla regulacji rozwoju wirusa i dla jego stosunku do DNA gospodarza. W tym regionie mieszczą się matryce DNA dla wspomnianych poprzednio metylowanych „czap” końców prowadzących (leader segments, G. Haegeman i Fiers) mRNA zarówno wczesnych jak późnych. Tu także stwierdzono szereg palindromów, odcinków powtarzających się, prostych i odwróconych, jak też innych niezwykle prawidłowości ułożenia zasad nukleotydowych. Funkcjonalne znaczenie tych układów jest jeszcze mało znane, ale obecnie, po ustaleniu sekwencji nukleotydów, można w niedalekiej przyszłości spodziewać się rozwiązania tej niewiadomej. Niewątpliwie ważnym elementem tego regionu jest wielki palindrom obejmujący 27 par zasad o rotacyjnej symetrii, od której środka rozpoczyna się replikacja genomu (rys. 1) na dwa genomy potomne:



W tym samym regionie powinna prawdopodobnie mieścić się informacja dla regulacji procesów transkrypcji wczesnej i późnej, jak również znaki startowe dla polimeraz RNA, oraz matryce dla sygnałów rozpoznawczych dla rybosomów.

Białka wirusowe SV40 mają szereg cech szczególnych, jakkolwiek jeszcze nie całkowicie zrozumiałych, ale na pewno istotnych funkcjonalnie. Jak wiadomo, kod genetyczny dla aminokwasów ma charakter „zdegenerowany” (niejednoznaczny) tj. większość aminokwasów może być wyznaczana nie jednym, lecz kilkoma różnymi trypletami. Dobór trypletów w DNA nie jest przypadkowy. W genomie SV40 przypomina on kod genomów eukariotów. Niektóre z tych znamion przytoczymy za Fiers'em i współpracownikami:

1. Podobnie jak w genomach kręgowców, sekwencja CG jest w DNA SV40 rzadka. Odnosi się to w pierwszym rzędzie do sekwencji kodujących białka.

2. Tryplety o postaci XCG (X oznacza jakąkolwiek zasadę) dla seryny, proliny, treoniny i alaniny nie pojawiają się w genomie SV40 ani razu. Tryplet CGX dla argininy znajdujemy w genomie tylko trzy razy na 35 kodonów dla tego aminokwasu. Obie te cechy są niewątpliwie związane z cechą wymienioną w punkcie pierwszym.

3. Rzadkością są również tryplety XUC; np. AUC dla izoleucyny nie ma w genomie wcale. Dalej tryplet AAA dla lizyny pojawia się częściej niż AAG. Osobliwości te wskazują, że w genomie wirusa działają czynniki powodujące preferowanie jednych, lub unikanie innych kodonów.

Ustalenie ciągu nukleotydów w DNA onkogenicznego wirusa SV40 jest istotnym krokiem w rozpoznawaniu stosunku wirusa i komórki. Wirusy onkogeniczne cechują się znaczną zmiennością adaptacyjną, pozwalającą im zagnieźdzać się w komórkach różnych gatunków zwierząt. Wirusy te są zdolne tak ściśle zespalać się z komórką gospodarza, że czyni ona wrażenie prawidłowego elementu tkankowego. Mimo tej pozornej normalności, komórka taka może produkować białka wirusowe, a nawet potomne wiriony, zdolne do przenoszenia się na inne komórki i zakażania ich. W pewnych, częściowo już znanych okolicznościach, zakażone komórki mogą ulegać transformacji, i wówczas mnożą się w sposób nie podlegający kontroli wpływów całości organizmu. Stąd uzasadnione są nadzieje, że poznanie budowy wirusów onkogenicznych i sposobów działania kodowanych przez nie białek pozwoli uzbroić terapię w nowe i specyficznie skuteczne sposoby walki z nowotworami.

LITERATURA

- [1] Fiers W. i wsp. — *Complete nucleotide sequence of bacteriophage MS2 RNA*. *Nature* 260, 500—507, 1976.
- [2] Fiers W. i wsp. — *Complete nucleotide sequence of bacteriophage SV40 DNA*. *Nature* 273, 113—120, 1978.
- [3] Haegeman G., Fiers W. — *Evidence for „splicing” of SV40 16 S mRNA*. *Nature*, 273, 70—72, 1978.
- [4] Joklik W. K., Willet H. P. — *Microbiology*, 16 ed., Appleton, New York, 1976.
- [5] Sanger F. i wsp. — *Nucleotide sequence of bacteriophage PhiX174 DNA*. *Nature* 265, 687—695, 1977.
- [6] Szabuniewicz B., 1976 — Pierwszy pełny kod genetyczny „żywego organizmu”. *Kosmos* 25, 555—561.
- [7] Szabuniewicz B., 1977 — Genetyczny paradoks w genomach cyrkularnych bakteriofagów o pojedynczej nici DNA. *Kosmos* 26, 250—255.
- [8] Szabuniewicz B., 1978 — Pełna sekwencja nukleotydów genomu drugiego żywego organizmu rozszyfrowana. *Wszechświat*, nr 10, 241—245.

TEORIA GENCENTRÓW N. I. WAWIŁOWA

W krótkiej wzmiance F. Ch. Bachtiejew¹ streszcza zasady teorii N. I. Wawilowa wieloźródłowego pochodzenia roślin kultywowanych przez człowieka. W pierwszym ujęciu z 1926 r. opierając się na danych genetycznych i pokrewieństwach do odmian dzikich — Wawilow przytoczył pięć, w późniejszej i ostatniej redakcji z 1940 r. uważał za poprawniejsze przyjąć siedem ośrodków (gencentrów) kultywowanych roślin (tab. 1).

Tabela 1

Zestawienie gencentrów Wawilowa według danych F. Ch. Bachtiejewa

Gencentrum	Odsetek wśród gatunków przyjętych pod rozagę	Ważniejsze przykłady
Południowoazjatyckie	30	Ryż, trzcina cukrowa, liczne warzywa, liczne tropikalne owoce.
Wschodnioazjatyckie	20	Soja, różne gatunki prosa, różne warzywa i owoce, liczne rośliny dekoracyjne.
Południowoschodnioazjatyckie	14	Różne gatunki pszenicy i żyta, różne gatunki owoców, liczne strączkowe, winorośl.
Śródziemnomorskie	13	Oliwka, liczne jarzyny, drzewo świętojańskie, liczne pastewne, koniczyna, soczewica.
Abisyńskie (etiopskie)	4	Banan azjatycki (Musa), krzew kawowy, sorgo, niektóre gatunki pszenicy, jęczmień, niektóre strączkowe, lucerna.
Środkowoamerykańskie	9	Kukurydza, bawełna upland, niektóre gatunki fasoli, kakao, niektóre dyniowate, bataty, pieprz, awokado.
Andyjskie	—	Liczne kłączowe, ziemniaki, krzew koka.

¹ Bachtiejew F. Ch.: Gencentry N. I. Wawilowa s sowremennoj pozicii. *Izwestia A.N. SSSR, Seria Biologičeskaja*, 1977(6), 911—914.

Podział powyższy nie jest definitywny. Z jednej strony poszczególne gencentra rozpadają się na pośrednie subregionalne ośrodki, z drugiej nie całość kultywowanych roślin znalazła w nich miejsce. Poza klasyfikacją — jak podaje Bachtiejew — pozostały: palma daktylowa, maniok, kawon, ananas, orzech ziemny, drzewo gumowe, słonecznik. Także zaklasyfikowanie niektórych innych nie jest dotąd pewne. Do tych ostatnich należą konopie, jabłoń, grusza. Hipoteza Wawilowa wymaga dalszego rozpracowania. Jej zastosowanie uzyskało na znaczeniu w dzisiejszej dobie, gdy intensywnie poszukiwane są nowe odmiany roślin dotychczas rosnących dziko, wśród nich wiele leczniczych, których hodowanie mogłoby podnieść dobrobyt ludzkości.

Bożydar Szabuniewicz

BEZPOŚREDNIE PRZENOSZENIE FOSFORU ZE ŚCIOŁKI DO KORZENI ROŚLIN ŻYJĄCYCH *

Ponad 10 lat temu F. W. Went i N. Stark (Proc. Nat. Acad. Sci. USA 60, 497, 1968; Bio Sci. 18, 1035, 1968) sugerowali, iż w ekosystemie dżungli amazońskiej działa cykliczny mechanizm zachowania substancji troficznych, oparty o bezpośrednie przeniesienie makro- i mikroelementów ze ściółki leśnej do korzeni roślin żyjących. Mechanizm ten zapobiegałby wymywaniu substancji mineralnych przez obfite deszcze, przy czym pośrednikiem w procesie miały być splątki grzybów, żyjących w mikoryzie z systemem korzeniowym roślin naczyniowych. Dowodu na to jednak nie było.

Doświadczenia przeprowadzono w rejonie San Carlos de Rio Negro, pomiędzy górną Rio Negro i Casiquiare, w systemie spływu do Amazonki. Liście dominujących drzew — *Micrandra spruceana* (Baill.) i *R. Schult.* i *Eperua leucantha* Bth., skarmiono radioaktywnym fosforem, wysuszone je, następnie nawodniono wodą lokalną i umieszczono *in situ* w skrzynkach z otworami bocznymi, umożliwiającymi penetrację korzeni roślin żyjących. Analizy mikroskopowe, radioautograficzne i scyntylacyjne wykonane po ośmiu tygodniach wykazały, iż splątki mikoryzy łączą żywe korzenie z butwiejącą ściółką. Radioaktywny fosfor wykrywa się zarówno w plesze, jak i w komórkach korzeni, łodyg i liści żywych roślin. Uzyskano tym samym dowód, iż fosfor za pośrednictwem grzybów mikoryzowych może być bezpośrednio przenoszony ze ściółki leśnej do roślin, z ominięciem etapu mineralizacji.

Jest to mechanizm niezwykle ważny w oligotroficznych systemach ekologicznych. Jego funkcjonowanie wyjaśnia, dlaczego tereny dżungli amazońskiej, po wyrębie lub spaleniu szaty roślinnej dla celów rolniczych, ulegają błyskawicznemu wyjałowieniu. Przecięte zostaje ogniwo biologicznej, cyklicznej reutilizacji substancji mineralnych, które z „ogolonych” terenów mogą swobodnie spływać do rzek.

J. Stanisław Knypl

REGULACJA BIOSYNTETY ETYLENU PRZEZ FOSFORAN **

Brak fosforanu (P) powoduje zahamowanie wzrostu roślin, przy czym mechanizm tego zjawiska może być różny, ze względu na centralną pozycję zajmowaną

* R. Herrera, T. Merida, N. Stark and C. F. Jordan: Direct phosphorus transfer from leaf litter to roots. *Naturwissenschaften* 65, 208—209, 1978.

** E. Chalutz, A. K. Battoo, J. D. Anderson and M. Lieberman: Regulation of ethylene production by phosphate in *Penicillium digitatum*. *Plant and Cell Physiology* 19 (1): 189—196, 1978.

przez P w przemianach komórkowych. Grupa badaczy z USDA (Beltsville, Maryland, USA) wykryła, iż usunięcie P z pożywek powoduje 100-krotny przyrost wydzielania etylenu przez kultury *Penicillium digitatum*. Efekt jest odwracalny; ilość wydzielanego etylenu zmniejsza się proporcjonalnie do ilości P, dodanego do medium. Zjawisko hamowania biosyntezy etylenu przez fosforan dotyczy również tkanek jabłka i grejpfruta, aczkolwiek w tych przypadkach efekt nie jest tak drastycznie silny jak u *Penicillium*. Dodatek wapnia do pożywek zawierających P powoduje 10-krotny wzrost wydzielania etylenu przez *Penicillium* już po 4 h, oraz pobudzenie od 60% do 110% wydzielania etylenu przez tkanki jabłoni i wycinki łodygi grochu. Zwraca uwagę, iż wapń (10 mM) w tym ostatnim przypadku jest ok. 3-krotnie silniejszym stymulatorem biosyntezy etylenu niż kwas indoli-1-3-octowy (0,1 mM).

Zdaniem autorów wapń wiąże *in vivo* fosforan, powodując spadek jego stężenia do poziomu, przy którym P już nie hamuje biosyntezy etylenu.

Etylen w niskich stężeniach jest niezbędny dla wzrostu tkanek roślinnych, zwłaszcza młodych, jednak w wysokich stężeniach hamuje wzrost i przyspiesza dojrzewanie owoców. Tak więc jedną z przyczyn zahamowania wzrostu roślin hodowanych w warunkach deficytu P może być wzmożenie biosyntezy etylenu. Wydaje się, iż fosforan można by wykorzystać jako środek do hamowania dojrzewania owoców po zbiorze — byłby to środek idealny do tych celów, bo nieszkodliwy dla organizmów zwierzęcych.

J. Stanisław Knypl

PORÓWNANIE FIZJOLOGII RZĘSEK Z ICH STRUKTURĄ U MUTANTA MEMBRANOWEGO „PARANOIAC” U PARAMECIUM

Zjawiska zachodzące na powierzchni komórek są w ostatnich latach intensywnie badane. Wykazano doświadczalnie, że wiele procesów zachodzących w komórce jest związanych z błoną, a ściślej — z potencjałem błonowym. Między innymi u *Paramecium*, kiedy błona jest w stanie spoczynku, rzęski uderzają do tyłu; w przypadku jej depolaryzacji — do przodu. Jednocześnie z wielu doświadczeń wynika, że również struktura rzęski i kinetosomu ma istotne znaczenie w kontroli kierunku bicia rzęsek. Aby to sprawdzić, Byrne i wsp. poszukują zależności między behawiorem a ultrastrukturą płytki rzęskowej. W tym celu porównują ultrastrukturę tego elementu u 2 mutantów behavioralnych (które charakteryzują się przedłużonym okresem pływania do tyłu) ze szczepem dzikim *Paramecium*. W płytce osobnika typu dzikiego występują 3 kolumny ziarnistości; natomiast liczba rzędów jest zmienna (od 3 do 7 średnią $4,84 \pm 0,73$). U pierwszego z badanych mutantów „paranoiacy” struktura ta jest silnie zmieniona. W skrajnych przypadkach zmutowane rzęski mają normalną szyjkę, lecz płytka nie jest w pełni wykształcona. U 40% zbadanych rzęsek w ogóle nie obserwowano płytek, a rzęski takie są małe i słabo zorganizowane. Równocześnie wewnątrz płytek nie obserwuje się żadnych ziarnistości. W przypadku drugiego mutantu stwierdzono również pewne anomalie w budowie płytki, chociaż nie tak istotne jak u pierwszego. Na podstawie tych doświadczeń autorzy wysuwają przypuszczenie, że funkcja rzęsek jest silnie skorelowana z ich strukturą. Jednocześnie nasuwa się wiele nowych problemów, które będzie można rozwiązać dopiero po wykonaniu doświadczeń genetycznych, biochemicznych i elektrofizjologicznych.

Leszek Szablewski

¹Byrne B. J. and Byrne B. C. 1978. An ultrastructural correlate of the membrane mutant „Paranoiacy” in *Paramecium*. *Science* 199, 4333, 1091—1093.

GENETYCZNA KONCEPCJA I CHARAKTERYSTYKA RODZAJU U GRZYBÓW MYCETES *

W układzie systematycznym wyższych eukariontów rodzaj jest pojęciem czysto typologicznym, którego istotą jest morfologia, forma rozmnażania i warunki życia. Wielu systematyków roślin jest zdania, że dla podkreślenia najważniejszych cech rodzaju (określonej grupy roślin) nie potrzeba opierać się na właściwościach genetycznych. Jednakże pozostawienie tak rozumianego pojęcia rodzaju i jego określenia bez ujęcia genetycznego wśród mikroorganizmów eukariotycznych (grzybów — drożdży) nie jest pojęciem ścisłym i obiektywnie dobrym. Szczegółowe badania nad biologiczną i systematyczną klasyfikacją grzybów-drożdży oraz *Neurospora* pozwalają sądzić, że koncepcja genetyczna rodzaju w tych grupach organizmów jest bardziej właściwa.

Jako przykład Autor podaje obserwacje na kilku rodzajach drożdży, na których prowadził doświadczenia krzyżówkowe w warunkach kultur doświadczalnych, otrzymując pozytywne dla swej koncepcji wyniki.

Rodzaj Miecznikowia. Rodzaj ten obejmuje bardzo charakterystyczne gatunki szczególnie w procesach rozmnażania jak np. *M. reukaufii*, *M. pulcherrima* i *M. lunata* żyjące swobodnie na roślinach suchoroślowych. Są to drożdże saprofityczne. Inne gatunki rodzaju Miecznikowia jak *M. kamienskii*, *M. zobelli* i *M. bicuspidata* są organizmami wodnymi swobodnie żyjące, ale i pasożytnicze na niektórych zwierzętach niższych.

Wymienione tu gatunki z wyjątkiem *M. lunata*, *M. zobelli* i *M. kamienskii* mogą krzyżować się w różnych kombinacjach. Międzygatunkowe krzyżówki rozmnażają się wegetatywnie, ale ich potomstwo jest sterylne gdyż ani worki (asci) ani zarodniki workowe (ascospory) nie wytwarzają się.

Zestawienia doświadczalne nad krzyżowaniem gatunków drożdży z rodzaju Miecznikowia dają obraz wyników krzyżowania wewnątrzgatunkowego, ale i międzygatunkowego z podkreśleniem możliwości występowania podziałów mejotycznych i zjawisk homologii chromosomalnej, zestawione dla celów porównawczych w % dla poszczególnych krzyżówek. Jak z tego widać genetyczny materiał orga-

Tablica 1

Wewnątrzgatunkowa i międzygatunkowa hybrydyzacja (krzyżowanie) drożdży rodzaju
Miecznikowia i homologia ich chromosomów (DNA)

Krzyżówka	Mejoza	Homologia DNA %
<i>M. pulcherrima</i> × <i>M. pulcherrima</i>	jest	103,2
<i>M. pulcherrima</i> × <i>M. reukaufii</i>	—	23,0 18,6
<i>M. reukaufii</i> × <i>M. reukaufii</i>	jest	—
<i>M. bicuspidata</i> - <i>M. bicuspidata</i> × <i>M. reukaufii</i>	—	—
<i>M. bicuspidata</i> - var. <i>chathamia</i> × <i>M. reukaufii</i>	—	—
<i>M. bicuspidata</i> - var. <i>chathamia</i> × <i>M. pulcherrima</i>	—	10

nizmów doświadczalnych jest heterogenny a łączące się pary w krzyżówkach doświadczalnych *M. pulcherrima*, *M. reukaufii* i *M. bicuspidata* wykazują niewielką homologię genomów, choć w całym rodzaju posiadają jednakowy sposób łączenia się w pary.

* G. J. Naumow. Genetyczna koncepcja i charakterystyka rodzaju u grzybów mycetes (w szczególności u drożdży — Saccharomycetes). Dokłady Akademii Nauk ZSSR. Genetyka, Tom. 241 nr 4 str. 992—994. 1978.

Rodzaj *Kluyveromyces*. Warunki życia — ekologia 15 gatunków tego rodzaju drożdży jest jeszcze mało poznana. Otrzymanie międzygatunkowych krzyżówek tych kluyveromycetów nie jest trudne. Krzyżówki te (międzygatunkowe) rozmnażają się na drodze wegetatywnej. Potomstwo płciowe niektórych krzyżówek jest w większości wypadków sterylne. W procesach krzyżowania w obydwu składnikach homologia układu chromosomalnego jest niewielka (oczywiście przy krzyżówkach międzygatunkowych) na co wskazują dane z tablicy 2.

Tablica 2

Krzyżówka	Homologia DNA %
<i>Kluyveromyces fragilis</i> × <i>K. fragilis</i>	95—97
<i>K. fragilis</i> × <i>K. lactis</i>	13, 14—16, 12
<i>K. lactis</i> × <i>K. lactis</i>	96, 100—97
<i>K. fragilis</i> × <i>K. dobzhanskii</i>	27—14
<i>K. lactis</i> × <i>K. aestaurii</i>	0—32, 36
<i>K. wikenii</i> × <i>K. aestaurii</i>	0—32
<i>K. wikenii</i> × <i>K. wikenii</i>	0—103, 120, 117

Badania sprawdzające genetyczne determinanty aktywności płciowej gatunków rodzaju *Kluyveromyces* nie udało się doprowadzić do pozytywnego końca. Zostało tylko stwierdzone, że typy łączenia płciowego u gatunków *K. lactis* i *K. aestaurii* są bardzo podobne.

Rodzaj *Saccharomyces*. Rodzaj ten liczy 5 gatunków, ale obecnie można mówić o genetycznej charakterystyce tylko dla gatunku *S. cerevisiae* i *S. kluyveri*. Pozostałe gatunki drożdży tego rodzaju pod tym kątem widzenia nie mogą być rozpoznawane i charakteryzowane. Obydwa wymienione gatunki są podobne pod względem rozmnażania się. Obserwowano np. powstawanie zygot w czystych kulturach haploidalnych form tak *S. cerevisiae*, jak i *S. kluyveri*, ale w kulturach z krzyżówek znajdowano tylko niedorozwinięte worki.

Rodzaj *Neurospora*. Najnowsza klasyfikacja *Neurospor* została oparta na biologicznej koncepcji gatunku. Dlatego Autor zastosował testy doświadczalne nad rozmnażaniem płciowym poszczególnych gatunków. Badania wykazały, że różnoplechowe formy *N. crassa* i *N. tetrasperma* są zdolne do różnych sposobów łączenia się w procesie płciowym to znaczy, że mogą się krzyżować w każdej kombinacji. Krzyżówki zaś rozmnażają się wegetatywnie. Badania nad krzyżowaniem gatunków *Neurospora* wykazały niejednorodną strukturę genomów gatunków doświadczalnych. W ten sposób na przykładzie czterech rodzajów eukariontycznych mikroorganizmów — drożdży stwierdzono, że gatunki tego samego rodzaju mają podobny typ krzyżowania. Krzyżówki zaś międzygatunkowe rozmnażają się tylko wegetatywnie. W wypadku procesu płciowego — są sterylne. Na tym się opierając Autor daje takie charakterystyczne określenie rodzaju (genus): rodzaj to taka ściśle określona grupa gatunków, których krzyżówki międzygatunkowe rozmnażają się wegetatywnie.

Słuszność takiej koncepcji genetycznej w charakterystyce rodzaju wymienionych tu eukariontycznych mikroorganizmów — grzybów (drożdży) w tym się przejawia, że ich systemy genów tak strukturalnych, jak i regulacyjnych u gatunków jednego rodzaju mieszczą się w jednym krzyżówkowym organizmie. Organizm taki jest diploidalnym heterokariontem. Podobnych krzyżówek u innych rodzajów nie spotyka się. Prawdopodobnie można tu mówić o występowaniu funkcjonalnej integracji genotypów u poszczególnych gatunków tego samego rodzaju. Konkretnie dane na tym materiale nie są jeszcze dobrze poznane i mieszczą się raczej w sferze

rzeczowego domniemania. Wiadomo tylko, że u krzyżówek *K. fragilis* — *K. dobzhanskii* powstaje forma krzyżówkowa B-glukozydazy, która przedstawia sobą zespół różnych związków z form rodzicielskich. Podczas płciowego procesu łączenia się poszczególnych organizmów tego samego rodzaju obserwuje się podobne do opisanego regulacje hormonów i fermentów w organizmach uczestniczących w procesie kopulacji. Sterylność międzygatunkowych krzyżówek jest oczywiście spowodowana naruszeniem funkcjonowania aparatu mejozy przy małej homologii DNA chromosomów u partnerów krzyżowania. Możliwość integracji złożonych systemów genotypowych, posiadających niską homologię DNA chromosomów — tj. jeden z najbardziej intrygujących, a zarazem ciekawych i trudnych do rozwiązania problemów molekularnej biologii i genetyki ewolucyjnej. To bowiem jest jednym z najważniejszych zagadnień do rozwiązania we współczesnej biologii. Jednocześnie jest to związane ze znalezieniem najwłaściwszej koncepcji rodzaju zgodnie z właściwościami biologiczno-genetycznymi określonych grup grzybów-drożdży a wśród nich badanych rodzajów *Miecznikowia*, *Kluyveromyces*, *Saccharomyces* i *Neurospora*.

Tadeusz Gorczyński

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

KOLEKCJE PALEONTOLOGICZNE W POLSCE

UWAGI HISTORYCZNE — STAN POSIADANIA

Kolekcje paleontologiczne jakie posiadamy w Polsce stanowią bogaty zbiór mikro- i makroskamieniałości z różnych regionów Polski i różnego wieku geologicznego.

Kolekcje te, w przeważającej części, zostały zgromadzone już współcześnie w wyniku intensywnych badań geologicznych i paleontologicznych prowadzonych po II wojnie światowej.

Zbiory pochodzące z okresu międzywojennego i sprzed I wojny światowej stanowią niewielki procent. Kolekcje jeszcze starsze (np. XVII, XVIII wiek) całkowicie zaginęły i ich los, w większości wypadków, jest nieznany. Wielka to szkoda są one bowiem świadectwem naszej żywej działalności naukowej w minionych wiekach również w dziedzinie nauk przyrodniczych.

Kolekcje te były liczne, niestety okoliczności nie sprzyjały zachowaniu wielu z nich. Uległy zniszczeniu, rozproszoniu, zostały sprzedane lub pozostały poza granicami kraju.

RYS HISTORYCZNY

Zainteresowanie skamieniałościami datuje się u nas już od dawna. W XVI, XVII, XVIII w. były one przedmiotem zainteresowania amatorów, jak i profesjonalistów.

Okazy paleontologiczne zbierano, zgodnie z ówczesnym zwyczajem, razem z okazami mineralogicznymi, próbkami skał jako tzw. fossylia; termin ten wprowadzony w I połowie XVI w. przez niemieckiego lekarza Agricolę, dopiero po ponad 200 latach był używany w znaczeniu paleontologicznym. Nic więc dziwnego, że brak nam często z tego okresu dokładniejszych danych o samych kolekcjach paleontologicznych. Należy jednak przypuszczać, że stanowiły one pokaźny procent w zbiorach fossyliów. Były to bowiem „osobliwości” o ogromnym zróżnicowaniu morfologii zewnętrznej, jak i budowy wewnętrznej. Nic też dziwnego, że budziły one zrozumiałe zainteresowanie i ciekawość, tym bardziej, że przez długi okres czasu na ogół odmawiano tym skamieniałościom organicznego pochodzenia i traktowano je jako np. „igraszki natury” — *lusus naturae*. Dopiero w XVIII w. zapadł już powszechny pogląd, że skamieniałości są pozostałościami, żyjących w geologicznej przeszłości, organizmów.

Wielu przyrodników — profesjonalistów, którzy zbierali skamieniałości z racji swoich zainteresowań przyrodą nieożywioną zostawiło po sobie zbiory, dzieła, rozprawy naukowe. Wiele z tych rozpraw i dzieł stanowi bardzo poważny wkład do znajomości skamieniałości (w aspekcie paleontologicznym) z terenów Polski. Świadczą one również o wielkiej pasji badawczej jak i o erudycji autorów świetnie zorientowanych w ówczesnej problematyce geologiczno-paleontologicznej.

Lista tych przyrodników jest długa, ograniczę się tylko do niektórych. Byli to, m.in., Jan Jonston (1661), który w swoim dziele „Notitia regni mineralis...” próbował usystematyzować, na podstawie własnych kryteriów, różne ciała kopalne a więc minerały, skały, skamieniałości. W. Tylkowski, profesor Akademii Wileńskiej (1680, 1691) dużo uwagi poświęca ciałom kopalnym w swoim dziele „Physica curiosa”, G. Rzączyński (1742), autor, m.in. „Historia naturalis” zamieszcza w nim

cenne uwagi i informacje o skamieniałościach Polski. Autor ten znany jest, ponadto, ze swoich badań jakie prowadził również w Karpatach. J. Breyna, autor prac paleontologicznych dotyczących kopalnych głowonogów i jeżowców, które opisał w swoim dziele „*Commentatiuncula de Belemnites... tandemque de Echinis*” (1732). Jego kolekcje tej fauny kopalnej zakupiła w 1766 r. carowa Katarzyna II dla Akademii w Petersburgu. J. Klein jest autorem świetnego dzieła „*Dispositio echinodermatum*” (1734), które powszechnie uznano za podstawowe dla grupy jeżowców. Jego kolekcja w ilości 1740 okazów, jak podaje w swoim „*Conspectus Musei Kleiniani*”, zaginęła. K. Kluk swoje 2 t. dzieło „*Rzeczy kopalne*” (1782, 1784) uznał wówczas za podręcznik szkolny, oparł w dużym stopniu na zbiorach i księgozbiorze księżnej Jabłonowskiej. Cenne te zbiory razem z biblioteką zakupił car Aleksander I dla muzeów rosyjskich.

Na uwagę zasługuje również J. Jaśkiewicz, pierwszy profesor przyrody nieożywionej na Uniwersytecie Jagiellońskim (1783—1788). Ten świetny przyrodnik był też pierwszy, który w formie opublikowanej (1787) i to w języku polskim zamieścił m.in. informację o klasycznej, doskonale zachowanej faunie trzeciorzędowej (miocen) Korytnicy, obrzeżenie Gór Świętokrzyskich. Stanowisko to znajduje się stale w centrum uwagi naszych geologów i paleontologów a kolekcje fauny są sukcesywnie opracowywane, z uwzględnieniem aspektów ekologicznych (W. Bałuk, 1975, 1977; W. Bałuk, A. Radwański, 1977; E. Barczyk, W. Barczyk, 1977; A. Hoffman, 1977; G. Jakubowski, 1977; S. Mączyńska, 1977; A. Radwański, 1964; A. Walkiewicz, 1977). Kolekcje J. Jaśkiewicza jakie zgromadził w czasie prowadzonych obserwacji terenowych nie zachowały się. Zaginęły również zbiory lekarza-botanika M. Bernitza z XVII w., zgromadzone w jego „*Gabinecie Historii Naturalnej*” a zakupione po śmierci ich właściciela przez księcia Dominika Radziwiłła.

W wyniku tych zainteresowań wzrastała ilość kolekcji, wzrastało też zrozumienie znaczenia tych kolekcji dla problematyki związanej z naukami o ziemi. Nie należy się więc dziwić, że zaistniała już wówczas potrzeba ochrony, zabezpieczenia a przede wszystkim, zgromadzenia wszystkich zbiorów w jednym miejscu. Dlatego też już w 1775 r. powstał projekt utworzenia „*Museum Polonicum*” na wzór istniejących muzeów *Historii Naturalnej* w innych krajach europejskich. Autorem tego projektu był Michał J. Mniszech. Niestety, z uwagi na nie sprzyjające wówczas okoliczności, nie doszło do realizacji tego, zasługującego na uznanie, projektu. Być może, gdyby powstało to projektowane muzeum, wiele również ówczesnych kolekcji miałoby, prawdopodobnie szanse zachowania.

WIEK XIX i XX, DO II WOJNY ŚWIATOWEJ

Wojny, zwłaszcza ostatnia światowa wyrządziły wielkie szkody naszemu muzealnictwu, szkolnictwu wyższemu, instytutom naukowym. W większości, gmachy zostały zrujnowane a przechowywane w nich zbiory uległy zniszczeniu bądź też zaginęły. Jeżeli się zachowały to często niekompletne, a czasami nawet jako nie liczne tylko okazy. Jest to wielka i niepowetowana strata. Dotyczy ona bowiem kolekcji, które miały dużą, niewątpliwie, wartość naukową. Były to, w większości, kolekcje dokumentacyjne, stanowiące podstawę licznych publikacji paleontologicznych. Ponadto, jak się okazuje, wśród tych kolekcji były też i unikalne, nie do odтворzenia — pochodziły bowiem z odsłoneń już dziś nie istniejących (np. w Górach Świętokrzyskich, na terenie regionu Krakowskiego, G. Gürich, 1896, 1903; G. Pusch, 1833; D. Sobolev, 1909, 1912).

Wiek XIX był to już przecież okres rozwijającej się i u nas dynamicznie geologii (i związanej z nią paleontologii) — jako samodzielnej dyscypliny. Badania geologiczno-paleontologiczne, do czasu odzyskania niepodległości naszego kraju

(1918 r.) prowadzone były z różną, w zależności od sytuacji jaka u nas panowała, intensywnością. Był to przecież okres zaborów. Badania te prowadzone były przez różne ośrodki naukowe (jak np. Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Jana Kazimierza we Lwowie czy Stefana Batorego w Wilnie). Dostarczyły one bogatych kolekcji skamieniałości tak w sensie ilościowym jak i taksonomicznym.

Lista zaginionych czy zniszczonych kolekcji jest długa i wymienię tylko niektóre. Należy tu wspomnieć zbiór G. Pusch'a z I połowy XIX w., składający się sponad 2550 okazów skamieniałości z Gór Świętokrzyskich. Zakupione w 1933 r. dla Uniwersytetu Warszawskiego uległy w 1939 roku zniszczeniu razem z uniwersyteckim gmachem geologii. Ten sam zresztą los spotkał liczne inne zbiory tam zgromadzone, np. zbiór ramienionogów paleozoicznych z Podola (R. Kozłowski, 1929) łącznie z cennymi zbiorami porównawczymi pochodzącymi z całego niemal świata oraz biblioteką specjalistyczną. Zbiory S. Kontkiewicza obejmujące również okazy z Gór Świętokrzyskich a przechowywane w Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie (1849—1924) zostały zniszczone w czasie tragicznego 1939 r. Ze zbiorów G. Güricha (1896, 1903) z paleozoiku Gór Świętokrzyskich i regionu Krakowskiego zachowały się nieliczne okazy w Muzeum Uniwersytetu Wrocławskiego. Zaginęły też zbiory W. Zborzewskiego (1834—1943) pochodzące z terenów Wołynia i Podola a zbiory L. Zejsznera tylko w niewielkim stopniu zachowały się w Krakowie. Podobnie zbiory A. Altha (1812—1886) zostały poważnie zniszczone — część ich znajduje się w Zakładzie Nauk Geologicznych w Krakowie.

Zbiory paleontologiczne, m.in., J. Siemiradzkiego z Wołynia i Podola, częściowo zbiory opisanych przez W. Friedberga ślimaków (trzeciorzędowe), duża część zbiorów Zejsznera, A. Kelusa z dewonu Wołynia itp., zgromadzone w okresie międzywojennym w Muzeum Dzieduszyckich we Lwowie pozostały poza granicami kraju. To samo dotyczy Uniwersytetu Stefana Batorego w Wilnie, Jana Kazimierza we Lwowie. Nie posiadamy również zbiorów fauny paleozoicznej z Gór Świętokrzyskich (D. Sobolev, 1901, 1907, 1912), czy Michalskiego (1884, 1887). Należy zaznaczyć, że zniszczone zostały, razem z gmachem w czasie ostatniej wojny zbiory Politechniki Warszawskiej i Muzeum Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Powyższe dane o kolekcjach paleontologicznych z okresów przedwojennych są tylko fragmentaryczne. Los wielu kolekcji nie jest dotąd znany. Dlatego też te które zachowały się, nawet w bardzo ograniczonej ilości okazów, zasługują na szczególną uwagę, pieczę i ochronę. Nie trzeba podkreślać, że ich wartość i historyczna i naukowa jest bardzo duża, nie wspominając już tego, że dokumentują one nasze żywe zainteresowanie i działalność naukową jak też i duży wkład w dziedzinie nauk o ziemi w minionych okresach.

STAN OBECNY

Obecnie kolekcje paleontologiczne zgromadzone są w około 30 placówkach geologiczno-paleontologicznych, muzeach, uniwersytetach na terenie całego kraju. Stanowią one zbiory paleozoologiczne, paleobotaniczne łącznie z mikropaleontologicznymi i pochodzą z odsłoneń, wykopów czy też rdzeni wiertniczych z terenu całej Polski.

W większości tych placówek przechowywane są zbiory dokumentujące prace paleontologiczne, opublikowane w okresie powojennym w poszczególnych specjalistycznych czasopismach naukowych jak np.: *Acta Palaeontologica Polonica*, *Acta Geologica*, *Palaeontologia Polonica*, *Kwartalnik Geologiczny*, *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, *Prace Muzeum Ziemi*, *Prace Instytutu Geologicznego* wydawane

przez ośrodki warszawskie; Rocznik Towarzystwa Geologicznego, Kwartalnik Geologii (Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej, wydawane w Krakowie; Geologia Sudetica wydawnictwo wrocławskie, itp. W publikacjach tych znajdują się informacje o miejscu przechowywania opracowanych kolekcji, numery inwentaryzacyjnym itp.

W około 10 placówkach znajdują się kolekcje stare, pochodzące z okresu międzywojennego i sprzed I wojny światowej, które się zachowały, chociaż częściowo, z pożogi wojennej. Są one przechowywane, m.in. na Uniwersytecie Jagiellońskim, w Zakładzie Nauk Geologicznych PAN w Krakowie, na Uniwersytecie Wrocławskim, w Muzeum Politechniki w Gliwicach, w Muzeum Ziemi czy Muzeum Instytutu Geologicznego w Warszawie. Zbiory te są obecnie stopniowo porządkowane a w najbliższej przyszłości będą sporządzane odpowiednie informatory, które dostarczą nam danych o stanie tych zbiorów.

Na ogół, poszczególne terenowe placówki geologiczno-paleontologiczne prowadzą badania regionalne. Taki też, w większości, charakter mają zbiory paleontologiczne danych placówek. I tak np. zbiory regionu Świętokrzyskiego znajdują się częściowo w Muzeum Świętokrzyskiego Oddziału Instytutu Geologicznego w Kielcach a opracowane kolekcje, przede wszystkim makrofauny, przechowywane są, pod odpowiednią sygnaturą inwentaryzacyjną, w Muzeum Instytutu Geologicznego w Warszawie. Muzeum to spełnia rolę centralnego dla szeregu swoich oddziałów terenowych, znajdujących się w poszczególnych rejonach Polski (jak np. Sosnowiec, Kraków, Szczecin, Wrocław itp.). Dlatego też Muzeum to, posiada obecnie najbogatsze zbiory paleontologiczne.

W ośrodkach krakowskich, jak np. Uniwersytet Jagielloński, Akademia Górniczo-Hutnicza, Zakład Nauk Geologicznych PAN znajdują się, w przeważającej części, zbiory paleontologiczne z południowych rejonów Polski łącznie z Karpataми.

W ośrodkach warszawskich jak np. Uniwersytet, Muzeum Ziemi, Zakład Paleobiologii PAN, Instytut Geologiczny, z uwagi na prowadzone prace w różnych częściach Polski, znajdują się zbiory paleontologiczne z całego niemal kraju.

Każdy ośrodek naukowy, prowadzi, w miarę swoich możliwości, inwentaryzację posiadanych kolekcji wg opracowanych przez siebie metod. Prace te są w różnym stopniu zaawansowane. I tak np. w Muzeum Ziemi, Zakładzie Paleobiologii PAN w Warszawie, Zakładzie Nauk Geologicznych PAN czy na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie prace te, na ogół, prowadzone są sprawnie, i wiele kolekcji zostało już uporządkowanych i zinwentaryzowanych. Ogólny postęp w tym zakresie uzależniony jest od posiadania, przez placówki, odpowiednich pracowników odpowiedzialnych za tego rodzaju prace. Tych, wiele instytucji nie posiada, a jeżeli, to są to osoby pracujące bardzo często pojedynczo — trudno więc wymagać szybkich efektów tej tak mozolnej pracy. Dobrze zorganizowaną pracę w zakresie inwentaryzacji zbiorów ma Muzeum Instytutu Geologicznego w Warszawie, które wydaje już nawet sukcesywnie katalogi poszczególnych kolekcji.

Na zakończenie chciałam dodać, że w trosce o zbiory paleontologiczne, przede wszystkim dokumentalne, z inicjatywy Sekcji Paleontologicznej Polskiego Towarzystwa Geologicznego działa Zespół do Spraw Kolekcji Dokumentalnych. Zespół ten ma za zadanie sprawować ogólną pieczę nad prowadzoną inwentaryzacją kolekcji, zbierać informacje o kolekcjach starych, o stanie ich liczebności, stanie zachowania, organizować, w miarę możliwości, pomoc w porządkowaniu tych zbiorów, ewentualną pomoc w zabezpieczaniu i odpowiednim przechowywaniu zbiorów. Jednym z celów tego Zespołu jest spowodowanie szybszego wydrukowania przez każdą placówkę geologiczno-paleontologiczną informatorów o posiadanych kolekcjach a z kolei przygotowanie katalogu centralnego paleontologicznych zbiorów w Polsce. Patronat nad tymi pracami Zespołu sprawuje Komitet Nauk Geo-

logicznych (poprzez Sekcję Kolekcji Dokumentalnych), który finansuje niektóre prace związane z inwentaryzacją i porządkowaniem zbiorów w skali krajowej.

W uzupełnieniu należy dodać, że wielkim mankamentem jest to, że zbiory paleontologiczne znajdują się w takim dużym rozproszeniu. Sam fakt, że przechowywane są one w ponad 30 placówkach naukowo-badawczych, często bez odpowiedniego zaplecza dla nich, powoduje, że mogą ulec zapomnieniu a z kolei zniszczeniu. A przecież kolekcję, przede wszystkim dokumentalną, mają służyć paleontologom tak krajowym, jak i zagranicznym w prowadzeniu ich badań. Niestety, stan w jakim się często te kolekcje znajdują, nie sprzyja temu.

Należałoby podjąć projekt, przedstawiony już w 1775 r., utworzenia Muzeum Polonicum — Centralnego Muzeum Historii Naturalnej, gdzie wszystkie kolekcje znalazłyby właściwe miejsce, byłyby zabezpieczone i uporządkowane i mogłyby służyć celom naukowym. Ponadto byłyby wtedy w każdej chwili dostępne. Kolekcje te zasługują na tego rodzaju troskę z uwagi na ich wielką wartość naukową. Nie należy zapomnieć również o wielkich kosztach i ogromnym wysiłku jaki włożyli geolodzy i paleontolodzy żeby zbiory te dokumentujące historię ziemi i życia na niej, powstały.

Gertruda Biernat

LITERATURA

- [1] Bałuk W. — *Lower Tortonian chitons from the Korytnica Clays, southern slopes of the Holy Cross Mountains*, Acta Geol. Polon., 21 (3). Warszawa, 1971.
- [2] Bałuk W. — *Lower Tortonian scaphopods from the Korytnica Clays, southern slopes of the Holy Cross Mts.* Acta Geol. Polon., 22 (3), Warszawa, 1972.
- [3] Bałuk W. — *Lower Tortonian gastropods from Korytnica*, Poland. Part I. Palaeontol. Polon. 32. Warszawa—Kraków, 1975.
- [4] Bałuk W. — *A new species of the cuttlefish from the Korytnica Clays (Middle Miocen; Holy Cross Mountains, Poland)*. Acta Geol. Polon., 27 (2). Warszawa, 1977.
- [5] Bałuk W., Radwański A. — *The colony regeneration and life habitat of free-living bryozoans Cupuladria canariensis (Bałuk) and C. haidingeri (Reuss) from the Korytnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Poland)*. Acta Geol. Polon. 27 (2). Warszawa, 1977.
- [6] Barczyk W., Barczyk-Popiel E. — *Brachiopods from the Korytnica basin (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Poland)*. Acta Geol. Polon., 27 (2). Warszawa, 1977.
- [7] Friedberg W. — *Mollusca miocaenica Poloniae; Pars I — Gasteropoda et Scaphopoda*, Fasc. 1 (1911), 2 (1912), 3 (1914), 4 (1923), 5 (1928). Lwów and Poznań, 1911—1928.
- [8] Hoffman A. — *Synecology of macrobenthic assemblages of the Korytnica Clays*. Acta Geol. Polon., 27 (2). Warszawa, 1977.
- [9] Jakubowski G. — *A new species of large pinnid pelecypods from the Korytnica basin (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Poland)*. Acta Geol. Polon. 27 (2). Warszawa, 1977.
- [10] Mądzińska S. — *Echinoids from the Korytnica basin (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Poland)*. Acta Geol. Polon. 27 (2). Warszawa 1977.
- [11] Jaśkiewicz J. — *Dysertacja Na Publicznej Sessyi Szkoły Głównej Koronnej w Przytomności Najjaśniejszego Pana Czytana przez Jana Jaśkiewicza, Doktora Nadwornego J.K.MCł. Akademii Królewskiej Nauk w Paryżu Korrespondenta, Historji Naturalnej i Chemii w Szkole Głównej Koronnej Professora. W Krakowie dnia 25, czerwca 1787.*
- [12] Radwański A. — *Burrows attributable to the ghost crab Ocypode from the Korytnica basin (Middle Miocene, Holy Cross Mountains, Poland)*. Acta Geol. Polon., 27 (2). Warszawa, 1977.
- [13] Samsonowicz J. — *Historia Nauki Polskiej w Monografii VI. Historia Geologii w Polsce. Polska Akademia Umiejętności. Kraków, 1948.*
- [14] Walkiewicz A. — *Holothurian sclerites from the Korytnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Poland)*. Acta Geol. Polon., 27 (2). Warszawa, 1977.

KONFERENCJA SZKOLENIOWA „HODOWLA KOMÓREK I TKANEK”

W dniach 1 i 2 XII 1978 r. odbyła się tradycyjna „szkoła” — konferencja szkoleniowa organizowana przez Zarządy Polskiego Towarzystwa Histochemików i Cytochemików, Polskiego Towarzystwa Anatomicznego oraz Redakcję „Postępów Biologii Komórki”. Tym razem współdziałała także Komisja Hodowli Komórek i Tkank Komitetu Patologii Komórki PAN. Organizatorów, jak co roku, życzliwie wspierał VI Wydział Nauk Medycznych PAN. Tematem tego spotkania była „Hodowla komórek i tkanek”.

Po wstępnym wprowadzeniu w zagadnienie i nakreśleniu szkicu historycznego rozwoju techniki hodowli komórek i tkanek w świecie oraz w kraju przez prof. dr J. Kawiaka, doc. dr S. Moskalewski z Instytutu Biostruktury AM omówił metodykę hodowli komórkowych. Przedyskutował on czynniki regulujące wzrost komórek oraz ich przyczepność do podłoża stałego i rozplaszczanie się. Doc. Stanisława Stokłosa z Instytutu Zoologii UJ po przedstawieniu podstaw techniki hodowli narządowych podała interesujące obserwacje nad wzrostem ciała żółtego oraz pęcherzyków jajnikowych *in vitro*. Ciało żółte zachowuje dobowy cykl wydzielania progesteronu zbliżony do obserwowanego *in vivo*, co świadczy o dobrym zachowaniu czynności w warunkach hodowli. Prelegentka wspomniała również o perfuzyjnych sposobach hodowli w rurkach kapilarnych.

Upewnienie się, że hodowle nie są zakażone obcymi organizmami jest istotne przy wyciąganiu wniosków dotyczących metabolizmu komórek rosnących *in vitro*. Sposoby sprawdzenia obecności zakażeń mykoplazmowych i wirusowych w materiale używanym do hodowli omówiła doc. dr Izabella Zgórniak-Nowosielska z Instytutu Mikrobiologii AM w Krakowie. Zaproponowała postępowanie zmniejszające prawdopodobieństwo wprowadzenia do hodowli obcych organizmów, jak również wspomniała o niebezpieczeństwie zakażenia materiału wirusami, szczególnie groźnymi wtedy, gdy hodowle stanowią podłoże do produkowania szczepionek. Dr Danuta Duś z Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN (Wrocław) przedstawiła cele i sposoby przechowywania w banku komórek przeznaczonych do hodowli. Wspomniała również o próbach przechowywania całych zarodków w stanie zamrożenia. Dr Urszula Breguła z Instytutu Onkologii w Warszawie bardzo szczegółowo omówiła zastosowanie metody hodowli do badań genetycznych. Metody hybrydyzacji komórek oraz badanie wzorów prążkowych kariogramów doprowadziły do sporządzenia szczegółowych map rozmieszczenia genów w chromosomach człowieka i niektórych zwierząt. Problemy starzenia się komórek *in vitro* omówił doc. dr S. Moskalewski. Wydaje się, że ograniczony wzrost komórek *in vitro* nie jest spowodowany niedoskonałością środowisk używanych do hodowli, ale przyczyna tego zjawiska leży w samej komórce. Z referatu dr Ewy Bartkowiak z Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie k. Warszawy wynika, że techniki stosowane w hodowli komórek roślinnych są podobne do technik hodowli komórek zwierzęcych. Dodatkowe problemy powoduje obecność ściany komórkowej w komórce roślinnej. Możliwość izolowania określonych mutantów komórek i ewentualnego odtwarzania z nich całych roślin daje interesujące możliwości hodowli nowych odmian roślin uprawnych. Wspomniano też o otrzymywaniu hybryd komórek roślinnych i zwierzęcych.

Doc. dr W. Korohoda z Instytutu Biologii Molekularnej UJ przedstawił znaczenie badań zachowania się komórek nowotworowych w hodowli dla wyjaśnienia kancerogenezy. Szczegółowo omówił on ekspresję cech przyjmowanych za towarzyszące transformacji nowotworowej komórek hodowanych *in vitro* oraz możliwości ich cofnięcia. Dr T. Chudzio z Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN opisał interesujące i ważne praktycznie możliwości wykorzystania hodowli do masowej produkcji interferonu. Otrzymano interferony myszy i człowieka i czynione są próby użycia tych preparatów w leczeniu.

Po każdym z referatów trwała ożywiona dyskusja. W konferencji wzięło udział około 160 osób z różnych ośrodków kraju.

Obecna „szkoła” była już ósmą z kolei urządzaną zwykle na jesieni. Poprzednie konferencje szkoleniowe z zakresu biologii komórki dotyczyły następujących tematów: ultrastruktura komórek i tkanek (8—9.III.1971), wybrane zagadnienia z cytogenetyki i metabolizmu jądra komórkowego (9—11.XI.1972), wspólnota świata roślinnego i zwierzęcego na poziomie komórkowym (15—16.XI.1973), błony biologiczne i zjawiska transportu przez błony (18—19.XI.1974), komórkowe podstawy reakcji immunologicznych (24—25.XI.1975), cykl komórkowy (12—13.XI.1976), ultrastruktura i mechanizmy rozwoju wczesnych stadiów rozwojowych ssaków (15—16.XI.1977). Były one organizowane przez Zarządy Polskiego Towarzystwa Histochemików i Cytochemików oraz Polskiego Towarzystwa Anatomicznego oraz od 1973 r. przez Redakcję „Postępów Biologii Komórki”. Ponadto współorganizatorami były: Instytut Biologii Molekularnej UJ (1974) oraz Komisja Hodowli Komórek i Tkanek Komitetu Patologii Komórki (1978). Tak więc tradycje „szkoły” są już dość długie i ma ona wierne grono stałych uczestników, w tym również nauczycieli szkół średnich. Wydaje się, że jej główny cel — informowanie o postępach w zakresie biologii komórki oraz technik wykorzystywanych w badaniach komórek jest realizowany systematycznie i dobrze.

J. Kawiak, Z. Osuchowska

X OLIMPIADA BIOLOGICZNA DLA UCZNIÓW SZKÓŁ ŚREDNICH W ROKU SZKOLNYM 1980/81

motto
„Przekazcie na własność narodu
zielone bogactwa Polski
i wszystkich uczynicie za nie
odpowiedzialnymi”.

A. Janowski

Hasło: „Człowiek kształtuje środowisko”

Organizatorzy: Ministerstwo Oświaty i Wychowania, Komitet Główny Olimpiady Biologicznej, Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika, Zarząd Główny Ligi Ochrony Przyrody.

Zawody Olimpiady są trzystopniowe

Zawody I stopnia

od 2 stycznia do 3 listopada 1980 roku

Etap pierwszy od 2 stycznia do 28 kwietnia

Etap drugi od 29 kwietnia do 3 listopada

Eliminacje szkolne od 27 października do 3 listopada

Tematyka

- I. Samodzielne wykonanie indywidualnej pracy badawczej na temat wybrany spośród zagadnień:
 - A. Wpływ działalności człowieka na procesy zachodzące w przyrodzie.
 - a) działalność człowieka zakłócająca naturalne procesy środowiska,
 - b) działalność człowieka zmierzająca do ochrony i racjonalnego kształtowania środowiska.
 - B. Znaczenie ochrony środowiska w praktycznej działalności człowieka:
 - a) w dziedzinie przemysłu
 - b) w dziedzinie urbanizacji
 - c) w dziedzinie rolnictwa.
- II. Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu:
 - a) ochrony zdrowia człowieka
 - b) zasad ochrony przyrody oraz gatunków roślin i zwierząt chronionych w kraju i na świecie.
 - c) piśmiennictwa popularyzacyjnego dotyczącego wybranego tematu pracy.

Zawody II stopnia: od 9 listopada 1980 r. do 2 lutego 1981 r.

Eliminacje okręgowe: od 31 stycznia do 2 lutego 1981 r.

Tematyka: opanowanie wiedzy biologicznej z zakresu całego programu szkolnego z uwzględnieniem problematyki ochrony środowiska i zdrowia człowieka.

Zawody III stopnia: od 2 lutego do 12 kwietnia 1981 r.

Eliminacje ogólnopolskie: od 10 do 12 kwietnia 1981 r.

III. Poznanie i wykorzystanie odpowiednich publikacji popularnonaukowych dotyczących wybranego tematu pracy.

IV. Znajomość gatunków roślin i zwierząt chronionych w kraju.

Tematyka: opanowanie wiedzy biologicznej objętej zakresem programu szkolnego, ochrona i kształtowanie środowiska ze szczegółowym uwzględnieniem szkodliwej działalności człowieka.

UWAGI DO REALIZACJI TEMATYKI X OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ
PH. „CZŁOWIEK KSZTAŁTUJE ŚRODOWISKO” — NA ROK SZKOLNY 1980/81

Komitet Główny Olimpiady Biologicznej — wychodząc z założenia, że zasób wiedzy o ochronie środowiska i przeobrażeniu jakie dokonuje człowiek staje się obecnie palącą koniecznością, dlatego też hasłem X — jubileuszowej Olimpiady Biologicznej — jest „Człowiek kształtuje środowisko”.

Zagadnienia zawarte w tematyce prac badawczych wprowadzają ucznia w krąg ważnych, ściśle z sobą powiązanych problemów współczesnej biologii. Celem prac przewidzianych tematyką X Olimpiady Biologicznej jest wyrobienie u ucznia zainteresowań działalnością człowieka w przyrodzie zarówno negatywną, jak i pozytywną. Ponadto zrozumienie roli i miejsca człowieka w przyrodzie, zrozumienie na czym polega czynny stosunek człowieka do otaczającej go przyrody.

Rola człowieka w kształtowaniu środowiska, wyrobienie odpowiedzialności za przemiany dokonujące się w przyrodzie — to główne nowe zagadnienie, które realizuje X Olimpiada Biologiczna.

Wpływ działalności człowieka na procesy zachodzące w przyrodzie jest tak potężny, że nie można z nim porównać żadnego innego czynnika. Uczestnik Olimpiady realizujący samodzielne prace badawcze działu I — punktu A i B — musi samodzielnie obserwować, przeprowadzać doświadczenia, rejestrować fakty świadczące o ujemnej i dodatniej roli człowieka. W ten sposób wciągamy ucznia do działania, wtedy nie pozostanie w roli widza, ale będzie uczulony na działalność zapobiegawczą.

Przez wykonanie licznych i różnorodnych doświadczeń dostrzeże prawdę o możliwości właściwego działania w ochronnym kształtowaniu przyrody. Należy również przekonać uczestnika Olimpiady, że w obecnym okresie czasu, czasu ogromnych przemian przyrodniczych kiedy tak bardzo człowiek zmienia oblicze Ziemi, nie można pozwolić sobie na niewiedzę przyrodniczą. Olimpijczyk przystępujący do prac badawczych musi śledzić, znać wiele pozycji popularnonaukowych uzupełniających jego wiedzę i ułatwiających mu przeprowadzenie prac badawczych. Dobry, właściwy (a nie przypadkowy) wybór literatury przyczyni się do realizacji wielu podstawowych zagadnień z zakresu kształtowania środowiska.

Tematyka prac badawczych X Olimpiady Biologicznej, bardzo wyraźnie naprowadza ucznia nie tylko na drogę działania, ale co jest niezmiernie ważne wskazuje mu fakty związane z niszczycielską rolą człowieka w biosferze, zwraca uwagę jaką w przyrodzie spełnia lub przynajmniej spełnić może człowiek przez racjonalne planowanie przestrzenne krajobrazu, racjonalne użytkowanie zasobów przyrody, oparte na podstawach naukowych.

Dział I — punkt A, podpunkt a — „Działalność człowieka zakłócająca naturalne procesy środowiska”, b — „Działalność człowieka zmierzająca do ochrony i racjonalnego kształtowania środowiska”. Realizując punkt a i b uczeń może wyrobić sobie pogląd na ogólny bilans działalności człowieka w przyrodzie.

Tematów do badań w swoim regionie znajdzie uczestnik Olimpiady dużo, należy tylko zwracać baczną uwagę na właściwy wybór obiektu do badań, na dobre

zaplanowanie i zastosowanie odpowiednich metod badania. Oto przykładowe zagadnienia:

O niszczycielskiej potędze erozji wietrznej i wodnej wywołanej przez nieopatrzną gospodarkę człowieka dużo się pisze. Olimpijczyk nie będzie miał trudności ze znalezieniem w swoim regionie — konkretnych przykładów. Może przebadać gatunki roślin i zwierząt dominujące na terenach zmienionych przez człowieka. Może zwrócić uwagę na rolnicze zagospodarowanie terenu dewastowanego, co prawda nie na wielką skalę, ale właśnie taką, jaka może być opracowana przez jednego ucznia.

Do ciekawych zagadnień nadających się doskonale do rozpracowania przez uczestnika Olimpiady, można zaliczyć tematykę dotyczącą wpływu nasilającego się ruchu turystycznego, na florę wydym, borów, torfowisk, itp. Przy opracowywaniu tych zagadnień Olimpijczyk nie tylko rejestruje fakty dotyczące zniszczeń, ale może wykazać dużą inwencję w zakresie podania, rozpracowania sposobów zapobiegania niszczącej działalności ludzi. Dokładna obserwacja terenowa i wnikliwa analiza wniosków z tych obserwacji, może przynieść konkretne wyniki, wskazania dotyczące odpowiednich instytucji, urzędów itp. Są to wymierne korzyści wpływające z działalności Olimpijczyka.

Punkt B — działu I „Znaczenie ochrony środowiska w praktycznej działalności człowieka”:

- a) w dziedzinie przemysłu,
- b) w dziedzinie urbanizacji,
- c) w dziedzinie rolnictwa.

Niezwykle szybko rozrastające się miasta stare, powstające nowe, stwarzają nowe problemy dotyczące kształtowania środowiska przyrodniczego, aglomeracji przemysłowych, osiedli mieszkaniowych, peryferii miast itp. Uczestnik Olimpiady — realizując ten punkt prac badawczych, musi poznać skalę i różnorodność trudnych do rozwiązania problemów, poznać zalety i wady w gospodarowaniu, kształtowaniu środowiska przyrodniczego miasta, poznać ekologię miast. Badanie jak środowisko jest kształtowane i dostosowywane do konkretnych potrzeb; np. czy na terenach zdewastowanych powstała już piękna zieleń, jak wygląda zagospodarowanie obszarów wokół dużych zakładów przemysłowych, jakie gatunki drzew i krzewów są w strefach izolacyjnych zielonych.

Jaka jest odporność różnych gatunków roślin na szkodliwe zanieczyszczenia atmosfery w różnych częściach miasta (na ulicach, wśród osiedli, w parkach, w obszarach parków przyległych do ruchliwych arterii komunikacyjnych), oraz w ich wnętrzu. Jak szybko kiełkują i wzrastają trawy na trawnikach wzdłuż ruchliwych, zadymionych ulic i poza miastem.

Jak jest długi okres wegetacji drzew w miastach. Jak długo utrzymują się liście drzew na terenach pokrytych płytami, asfaltem w porównaniu z drzewami rosnącymi w innych warunkach siedliskowych. Czy liście różnych drzew zatrzymują jednakową ilość pyłów — od czego to zależy — wyjaśnić i udowodnić.

Dlaczego giną drzewa na ulicach naszych miast. Jakie są następstwa odśnieżania ulic za pomocą soli. Rejestrować drzewa uszkodzone przez sól. Doświadczalnie wykazać zawartość soli w śniegu, glebie. Przeprowadzić serię doświadczeń wskazujących jaki procent zawartości soli w podłożu działa na komórki rośliny itp. Gatunki roślin i zwierząt dominujące na miejskich wysypiskach śmieci. Możliwość rekultywacji terenów wysypisk odpadów komunalnych i korzyści wynikające z procesu sukcesji roślinnej. Likwidacja odpadów przy użyciu procesów biologicznych (bakterii, grzybów, pierwotniaków). Wpływ emisji przemysłowych (huty, cementownie, kopalnie, elektrownie itp.) na rośliny i możliwości rekultywacji hałd itd.

Działalność rekultywacyjną może uczeń usystematyzować w etapy, fazy i zilustrować to konkretnymi przykładami. Realizacja kierunków rekultywacji uzależniona jest od szeregu czynników i uczeń powinien to zagadnienie uwzględnić w swoich pracach badawczych.

A oto zagadnienie dotyczące zbiorników wodnych. Jakie są zmiany warunków środowiskowych w wyniku podgrzewania wód jeziornych. Eutrofizacja zbiorników wodnych.

Z tego ogólnego rejestru zagadnień wyżej wymienionych można już jasno się zorientować jak szeroki i różnorodny może być zakres tematyki badawczej Olimpijczyka.

Na jeszcze jeden aspekt prac badawczych uczestnika Olimpiady pragnę zwrócić uwagę, na prace związane z regionem i ich znaczenie w rozwijaniu zainteresowań młodzieży miejscem zamieszkania. A przykładów destrukcyjnej i twórczej działalności człowieka może uczeń zaobserwować wiele. Przykładowo — inne problemy będą np. związane z zwałowiskami, wyrobiskami kopalni Konin a inne rekreacyjno-leśne Turoszowa.

Wiele materiału do przemysłów dostarczą uczestnikowi Olimpiady wywiady z pracownikami naukowymi badanych zakładów, instytucji itp. Na te też formy pracy należy szczególnie uczulić młodzież biorącą udział w Olimpiadzie Biologicznej. Przewyciężenie nieraz licznych przeszkód, znalezienie dodatkowych dowodów na poparcie swego stanowiska, wyrabia u ucznia przekonanie o prawdziwości zdobywanej przez niego wiedzy.

Uwagi dotyczące działu II. Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu:

- a) ochrony zdrowia człowieka,
- b) zasad ochrony przyrody oraz gatunków roślin i zwierząt chronionych w kraju i na świecie,
- c) podstawowej literatury popularnonaukowej dotyczącej wybranego tematu pracy.

Realizacja punktów a i b winna być oparta na odpowiednio dobranej literaturze popularnonaukowej, której z tego zakresu jest dużo, ale szczególną uwagę zwracam na prace:

1. Ochrona przyrodniczego środowiska człowieka, dzieło zainicjowane i zaplanowane przez Wł. Szafera, przygotowane do druku pod redakcją Wł. Michajłowa. Wyd. PWN, W-wa 1973.
2. Ochrona przyrody i jej zasobów, pod redakcją Wł. Szafera, Wyd. PAN, Zakład Ochrony Przyrody, Kraków 1965.
3. Człowiek — Przyroda — Cywilizacja — St. Myczkowski, PWN, 1976.
4. Ziemia w asfalcie — J. Jacyna, LSW, W-wa 1975.

Zagadnienie dotyczy ochrony zdrowia człowieka. Ekologiczne uwarunkowanie chorób cywilizacyjnych. Choroby współczesnej cywilizacji. Ekologiczne uwarunkowanie miażdżycy, zawałów, chorób nowotworowych. Próby wyjaśnienia mechanizmów ekologicznych itp. Powyższe zagadnienia uczeń znajdzie w podanej literaturze. Natomiast w pracy St. Myczkowskiego — Człowiek — Przyroda — Cywilizacja — znajdzie uczestnik Olimpiady bardzo jasne, zwarte i współczesne ujęcie ochrony gatunkowej str. 23—31, oraz szczegółowe rozpracowanie „Z Zagadnień gatunkowej ochrony roślin” str. 32—57, „Ochrony zwierząt” str. 57—75.

Zarówno nauczyciel-opiekun Olimpijczyka jak i sam uczestnik Olimpiady musi zdawać sobie sprawę, że tematyka X Olimpiady jest ściśle związana z najważniejszym problemem biologicznym, związanym z życiem społeczno-gospodarczym i politycznym kraju.

INFORMACJA

Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Entomologicznego informuje o możliwościach nabycia „Kluczy do oznaczania owadów Polski”. Między innymi na składzie znajdują się klucze do oznaczania owadów należących do rzędów: Soczgonki, Pierwogonki, Widłogonki, Szczepiogonki, Wszoly, Wszy, Pluskwiaki równoskrzydłe (3 zeszyty), Pluskwiaki różnoskrzydłe (3 zeszyty), Chrząszcze (30 zeszytów), Błonkoskrzydłe (5 zeszytów), Motyle (20 zeszytów), Dwuskrzydłe (11 zeszytów).

Istnieją również możliwości nabycia opracowania zbiorczego pt. „Entomologia a ochrona środowiska” oraz zeszytów „Polskiego Pisma Entomologicznego” zarówno z lat poprzednich jak i wydanie bieżące.

Zainteresowani proszeni są o korespondencyjne skontaktowanie się z Biblioteką Polskiego Towarzystwa Entomologicznego, ul. Cybulskiego 30, 50-205 Wrocław.

Polskie Towarzystwo
Entomologiczne
W-wa, ul. Nowy Świat 72

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Пшемислав Троян</i> — Исследования по общей теории биоценологии в рамках проблематики охраны экосистем и ландшафта, реализуемой странами СЭВ .	379
<i>Эжы Бухович</i> — Интервенирующие секвенции — Загабогный элемент строения свариотного гена	387
<i>Стефан Бялобок</i> — Обзор актуальных проблем биологии деревьев	395
<i>Гальшка Осмольская</i> — Сольные носовые железы у растениеядных динозавров . . .	405
<i>Януш Росада</i> — Лучевая стерилизация — новый нехимический метод борьбы с вредными насекомыми	409
<i>Ядвига Семиньска</i> — Позиция синезеленых водорослей (<i>Cyanophyta</i>) в мире организмов	425
<i>Пётр Ковалик</i> — Математическое моделирование роста растений	431

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

<i>Влодзимеж Островский</i> — Генетическая инженерия и её практические последствия .	441
--	-----

CONTENTS

<i>Przemysław Trojan</i> — Investigations on general theory of biocenology carried on the problem of ecosystem and landscape protection realised in Comecon countries	379
<i>Jerzy Buchowicz</i> — Intervention sequences — enigmatical element of the construction of eucariodical gene	387
<i>Stefan Białobok</i> — Review of current problems in tree biology	395
<i>Halszka Osmólska</i> — Nasal salt glands in the herbivorous dinosaurs	405
<i>Janusz Rosada</i> — Radiation Sterilization — a New Non-chemical Method of Noxious Insect Control	409
<i>Jadwiga Siemińska</i> — Blue-green algae (<i>Cyanophyta</i>) position in the world of organisms	425
<i>Piotr Kowalik</i> — Mathematical modeling of crop growth	431

DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Włodzimierz Ostrowski</i> — Genetic engineering and its expected practical consequences	441
--	-----

SPIS TREŚCI

<i>Przemysław Trojan</i> — Badania nad ogólną teorią biocenologii w ramach problematyki ochrony ekosystemów i krajobrazu realizowanej przez kraje RWPG	379
<i>Jerzy Buchowicz</i> — Sekwencje interweniujące — zagadkowy element budowy genu eukariotycznego	387
<i>Stefan Białobok</i> — Przegląd aktualnych problemów biologii drzew	395
<i>Halszka Osmólska</i> — Gruczoły solne u roślinożernych dinozaurów	405
<i>Janusz Rosada</i> — Radiacyjna sterylizacja — nowa, niechemiczna metoda zwalczania szkodliwych owadów	409
<i>Jadwiga Siemińska</i> — Pozycja sinic (Cyanophyta) w świecie organizmów . .	425
<i>Piotr Kowalik</i> — Matematyczne modelowanie wzrostu roślin	431

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Włodzimierz Ostrowski</i> — Inżynieria genetyczna i jej przewidywane skutki praktyczne	441
---	-----

RECENZJE

<i>Henryk Szarski</i> — Evolutionary Biology	447
<i>J. Stanisław Knypl</i> — Regulation of Developmental Processes in Plants . .	448
<i>Jan Pinowski</i> — Feeding ecology of Wading birds	450
<i>Andrzej Jasiński</i> — Vanishing Birds. Their natural history and Conservation .	453
<i>Adam Łomnicki</i> — O podręcznikach statystyki matematycznej dla biologów .	457
<i>Stanisław L. Kazubski</i> — Fine Structure of Parasitic Protozoa	460
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej	461
<i>Krzysztof Z. Kamiński</i> — Žizň rastieni — Vodorosli...	463

KRONIKA NAUKOWA

<i>Bożydar Szabuniewicz, Jerzy Wróbel</i> — Sekwencja nukleotydów genomu nowotworowego wirusa SV40; <i>Bożydar Szabuniewicz</i> — Teoria gencentrów N. I. Wawilowa; <i>J. Stanisław Knypl</i> — Bezpośrednie przenoszenie fosforu ze ściółki do korzeni roślin żyjących; <i>J. Stanisław Knypl</i> — Regulacja biosyntezy etylenu przez fosforan; <i>Leszek Szablewski</i> — Porównanie fizjologii rzęsek z ich strukturą u mutantu membranowego „Paranoiac” u <i>Paramecium</i> ; <i>Tadeusz Gorczyński</i> — Genetyczna koncepcja i charakterystyka rodzaju u grzybów mycetes	465
---	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

<i>Gertruda Birnat</i> — Kolekcje paleontologiczne w Polsce	475
---	-----

<i>J. Kawiak, Z. Osuchowska</i> — Konferencja szkoleniowa „Hodowla komórek i tkanek”	481
--	-----

MISCELLANEA

<i>Janina Zdebska-Sierostawska</i> — X Olimpiada Biologiczna dla uczniów szkół średnich w roku szkolnym 1980/81	483
Informacja PT Entomologicznego	487

Kosmos jest czasopismem Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika, przeznaczonym dla szerokiego ogółu biologów. Publikuje artykuły przeglądowe oraz podstawowe informacje dotyczące postępu i rozwoju w naukach biologicznych, przy czym uwzględniane w nich są zarówno zagadnienia biologii eksperymentalnej, jak również biologii teoretycznej i ewolucyjnej.

Poza tym celem możliwie szerokiego informowania czytelników o sytuacji nauk biologicznych zarówno w kraju, jak i za granicą „Kosmos” prowadzi odrębne działy informacyjne, w których zamieszczane są: 1. dyskusje i krytyki naukowe, 2. recenzje książek naukowych, 3. kronika naukowa, 4. informacje dotyczące działalności różnych Zakładów i Instytutów oraz wiadomości o ciekawych zjazdach i konferencjach naukowych.

W „Kosmosie” nie będą publikowane doniesienia lub prace, które powinny się ukazywać w wyspecjalizowanych czasopismach biologicznych.

K O S M O S A

Kosmos, 4, 379—492, lipiec—sierpień, Warszawa 1979