

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XXVIII

WARSZAWA 1979

ZESZYT 5 (160)

PAŃSTWOWE

WYDAWNICTWO

NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXVIII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 5 (160)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1979

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

*prof. dr Tadeusz Gorczyński, prof. dr Kazimierz Petrusewicz,
prof. dr Aleksandra Przłęcka, 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. 11,5, ark. druk. 9,25. Papier poenc.
kl. III, 80 g. 70×100.
Oddano do składania 28.VII.1979 r. Podpisano do druku 22.XII.1979 r.
Druk ukończono w grudniu 1979 r.
Zam. 472/79 C-97 Cena zł 15,—
Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Śniadeckich 8

WŁODZIMIERZ OSTROWSKI

Instytut Biochemii Lekarskiej
Kraków

BIOLOGIA MOLEKULARNA WE WSPÓŁCZESNEJ NAUCE*

ROZWOJ POJĘĆ I METOD BIOCHEMICZNYCH

W ostatnim 25-leciu biochemia poczyniła wielkie postępy, które znacznie modyfikują nasze pojęcia o strukturze i rozwoju materii żywej, jak również przynoszą istotne zmiany w naszych poglądach na dalszy rozwój medycyny, rolnictwa i przemysłu. W moim wystąpieniu chciałbym Państwu przedstawić główne kierunki tych badań, zwrócić uwagę na wielką złożoność opracowywanych zagadnień oraz przedstawić niektóre implikacje praktyczne z uzyskiwanych wyników w tej dziedzinie.

Aktualna masa wszystkich organizmów żywych obliczona została na 10^{19} gramów, co wobec ok. 10^{28} gramów masy ziemskiego globu stanowi zaledwie jedną miliardową część masy naszej planety. Mimo tej ogromnej przewagi przyrody nieożywionej materia żywa rozwija się w sposób nieskrępowany od kilku miliardów lat, doskonali swoją strukturę, co prowadzi do ciągłego jej trwania i do coraz wyżej zorganizowanych jej form. Jest to jeden z dowodów, że materia ożywiona podlega tym samym prawom fizyki i chemii jak i otaczająca ją przyroda nieożywiona.

Przyroda nieożywiona, reprezentowana przez glebę, skały, wodę i powietrze składa się zazwyczaj z przypadkowej mieszaniny stosunkowo prostych związków chemicznych i z mało wyszukanyim stopniem strukturalnej organizacji. Natomiast najbardziej charakterystyczną cechą wszystkich organizmów żywych jest ich niezwykła złożoność oraz wysoki stopień organizacji.

Składem chemicznym, strukturą oraz organizacją materii żywej zajmuje się współczesna biochemia. Jako samodzielna dyscyplina powstała stosunkowo późno, ale od razu zajęła centralną pozycję wśród wszystkich nauk biologicznych. Bowiem posługując się prawami fizyki i chemii biochemia wyjaśnia wszystkie zjawiska biologiczne w oparciu o procesy molekularne, nie tracąc równocześnie z pola widzenia biologicznego tła, na którym toczą się procesy fizykochemiczne. Innymi słowy, wszystkie procesy fizykochemiczne zachodzące w materii żywej, biochemia rozpatruje w określonej strukturze morfologicznej i dlatego tak jak fizyka pośród nauk ścisłych, wyjaśnia strukturę i organizację materii nieożywionej, taką samą rolę pośród wszystkich nauk biologicznych spełnia biochemia i biologia molekularna.

* Tekst referatu prof. Wł. Ostrowskiego przewodniczącego Komitetu Biochemii i Biofizyki PAN, wygłoszonego na sesji Zgromadzenia Ogólnego PAN w maju 1979 r. w Warszawie, jest publikowany w Nauce Polskiej Nr 9/79. „Kosmos” przedrukowuje ten tekst za zgodą autora i Komitetu Redakcyjnego „Nauki Polskiej”.

Matematyzacja nauk, ich ufizykalnienie, jest jedną z charakterystycznych cech rozwoju dzisiejszej nauki w tym również nauk biologicznych. Nie jest to wynikiem mody lub irracjonalnych tendencji, lecz wynika stąd, że postęp w naukach fizykalnych w ostatnich dziesięcioleciach przekonał wszystkich, że metody tych nauk, ich szybkie osiągnięcia i logika w podejściu do rozwiązywania złożonych zagadnień, przynosi wyniki i konkretne rozwiązania również w innych dziedzinach. Wszystko także wskazuje, że takie właśnie fizykalne podejście przy rozwiązywaniu różnych zagadnień we współczesnej nauce, w tym i w naukach biologicznych, będzie na razie dominować w naszym działaniu. Bowiem struktura białek, kwasów nukleinowych i innych składników materii żywej, mechanizmy przekazywania informacji genetycznej oraz różne procesy regulacyjne są zagadnieniami o takim stopniu złożoności, że stają się dostępne dla dalszej eksploracji tylko przy zastosowaniu subtelnych metod chemii i fizyki. Nie chciałbym przez to powiedzieć, że wszystkie zagadnienia biologiczne będzie można sprowadzić wyłącznie do spraw czysto fizykochemicznych. Nie sędzę, aby biochemia czy biologia molekularna kiedykolwiek stały się gałęzią chemii lub fizyki dlatego, że stosuje ich metody. Najmniejszą jednostką materii żywej, którą można uznać za samodzielny organizm jest komórka, przeto dzisiejsza biochemia coraz więcej uwagi poświęca właśnie jej całościowej, zintegrowanej strukturze i funkcji, a mniej jej pojedynczym składnikom, co z kolei wymaga ogólnobiologicznego spojrzenia na badany obiekt. Biochemia zachowuje swoją odrębność i w tym, że poprzez wprowadzenie do biologii metod nauk ścisłych poszukuje własnych modeli oraz właściwego sobie tylko sposobu ujmowania oraz interpretacji procesów biologicznych.

Już biochemia XIX-wieczna wykazała, że organizmy żywe są zbudowane z tych samych pierwiastków co i materia nieożywiona. Ponad 99% masy materii żywej zbudowane jest tylko z czterech pierwiastków, tj. węgla, wodoru, tlenu i azotu na ok. 100 występujących na naszej planecie. Przeto od dawna ludzie zadawali sobie pytanie, skoro materia żywa jest zbudowana z substancji nieożywionych, którymi rządzą takie same prawa fizyki i chemii jak w przyrodzie martwej, to dlaczego materia żywa tak bardzo się różni swoimi właściwościami od materii nieożywionej? Skąd biorą się cechy życia żywej materii? Nie mogąc odpowiedzieć na te pytania ludzie obdarzali materię żywą pierwiastkiem nadprzyrodzonym, wprowadzili pojęcie „siły vitalnej” aby podkreślić odrębność struktur i organizacji tej formy materii. I dopiero nasz wiek przyniósł zasadniczy postęp w uporządkowaniu oraz dał właściwe naświetlenie zjawisk, które zachodzą w żywych organizmach.

Początek naszego wieku to olbrzymi postęp w zakresie nowych metod fizykochemicznych, nowych technologii i nowych form produkcji. Wszystko to wyzwoliło ogromny postęp w rozwoju nauk fizykalnych, a tym samym i biochemii, która zawsze korzystała i korzysta do dziś z osiągnięć fizyki, chemii i nauk technicznych.

Z początkiem naszego wieku rośnie coraz większe zainteresowanie strukturą przestrzenną związków chemicznych, od której jak się przekonano, zależy aktywność biologiczna wielu składników materii żywej. Umysłowiono sobie wówczas po raz pierwszy, że metodami czysto chemicznymi nie udaje się wytworzyć asymetrii związków chemicznych,

podczas gdy są one z łatwością syntetyzowane w żywym ustroju, są w nim łatwo rozpoznawane i segregowane.

Istotnym etapem w rozwoju myśli biochemicznej było stwierdzenie, że różne procesy metaboliczne zachodzące w różnych organizmach, począwszy od najprostszych bakterii, poprzez najwyżej zorganizowane ustroje, przebiegają przez te same etapy i takie same reakcje prowadzące do wytworzenia tego samego związku chemicznego o określonych właściwościach biologicznych. Dało to biochemii możliwość wyboru najprostszego organizmu modelowego i zajęcia się jego organizacją fizykochemiczną w skali całego ustroju, a następnie przenoszenia i porównywania poszczególnych zjawisk i procesów w ustrojach wyższych. Powstała dzięki temu nowa dziedzina biochemii, biochemia porównawcza, do początków której przyczynili się zdecydowanie swymi badaniami dwaj Polacy: M. Nencki i L. Marchlewski. Rozpatrując podobieństwo struktury chlorofilu — barwnika roślin i protochemu — barwnika krwi zwierząt, obaj uczeni wykazali, że świat roślin i zwierząt dzieli niezwykle cienka przegroda z punktu widzenia struktury chemicznej i że organizmy na różnych szczeblach rozwoju posługują się takimi samymi strukturami dla uzyskania odmiennych efektów biologicznych.

W I połowie naszego wieku powstają również nowe metody analityczne, dzięki którym można było charakteryzować liczne substancje pochodzenia biologicznego, łącznie ze związkami makromolekularnymi. W roku 1903 rosyjski botanik M. Cwiet pracujący na Uniwersytecie Warszawskim wprowadza genialną metodę chromatografii umożliwiającą rozdział i izolowanie bardzo blisko stojących siebie substancji. Niezwykła prostota i niezaprzeczalna skuteczność metod chromatograficznych, rozwijanych i modyfikowanych do chwili obecnej, przyczyniła się w zasadniczy sposób do poznania struktury i wewnętrznej organizacji białek, kwasów nukleinowych i licznych związków biologicznych. Dziś, bez technik chromatograficznych, trudno sobie wyobrazić pracę jakiegokolwiek laboratorium biochemicznego, chemicznego, klinicznego czy przemysłowego.

Rozwój nowych technologii w zakresie stopów metali oraz urządzeń optycznych w latach 30 umożliwił konstrukcję specjalnych urządzeń poszerzających znacznie zakres penetracji w strukturę i organizację materii żywej. Wymienić tu należy ultrawirówkę, w której wytwarzane pole odśrodkowe przewyższa kilkaset tysięcy razy siłę przyciągania ziemskiego, pozwalające badać własności hydrodynamiczne makromolekuł, wirusów i różnych struktur ponadmolekularnych. Metoda elektroforezy, tj. badanie własności elektrycznych cząsteczek, wprowadzona przez A. Tiseliusa w 1937 r. wyzwoliła łańcuch modyfikacji tej techniki, dzięki czemu można dzisiaj izolować, określać ciężar cząsteczkowy składników będących nawet w bardzo złożonej mieszaninie, badać mechanizm interakcji oraz budowę skomplikowanych struktur makro- i ponadmolekularnych. Oddanie do rąk morfologów i biochemików mikroskopu elektronowego po II wojnie światowej stworzyło możliwości poznania wewnętrznej organizacji morfotycznych składników komórki, śledzenia zmian ultrastruktury w różnych stadiach jej rozwoju i pełnionych funkcji. Po raz pierwszy ujrzano kształt i wymiary makromolekuł, a więc nowy świat niezwykle form geometrycznych, ich zmian i stanów przejściowych związanych z biologiczną czynnością struktur materii żywej.

Uruchomienie stosu atomowego w latach 40 umożliwiło m.in. szeroki dostęp do izotopów promieniotwórczych i syntezy najrozmaitszych związków znaczonych. Spowodowało to rozwiniecie badań metabolicznych na niespotykaną dotąd skalę bezpośrednio na żywym organizmie. Uzyskano wielką ilość informacji o mechanizmie procesów prawidłowych i patologicznych, na temat mechanizmu działania leków, o sposobie działania hormonów, środków chwasto- i owadobójczych. Przede wszystkim stwierdzono po raz pierwszy podstawowy fakt biologiczny, że wszystkie składniki komórki żywego organizmu znajdują się w stanie dynamicznej równowagi, której naruszenie prowadzi nieuchronnie do wypaczenia różnych procesów biologicznych danego ustroju. Związki znaczone spowodowały rozwój dalszych metod np. histochemicznych dzięki wprowadzeniu techniki autoradiografii oraz ilościowych metod zw. radioimmunochemicznymi, bez których dziś trudno sobie wyobrazić rozwój immunologii, endokrynologii, diagnostyki lekarskiej, enzymologii i innych dziedzin. Czułość niektórych metod analitycznych zwiększyła się ponad milion razy w porównaniu z latami 50.

W latach 50 do ustalenia struktury biopolimerów sięgnięto do innej jeszcze metody fizycznej — dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego. Technikę tę wykorzystywano najpierw do badania struktury przestrzennej prostych związków chemicznych, łatwo krystalizujących. Ale kiedy się okazało, że makromolekularne składniki komórek również tworzą formy krystaliczne, podjęto próby zastosowania analizy krystalograficznej do charakterystyki białek, a później kwasów nukleinowych. Z prostej analizy kryształu białka niewiele na razie wynikało. Trzeba było podjąć długi proces przetwarzania danych przy udziale matematyków, fizyków, chemików teoretyków i biochemików, aby wreszcie można było ujrzyć nieznaną dotychczas obraz skomplikowanej architektury żywej materii, tej gry tysięcy atomów różnych pierwiastków powiązanych w misterny i dynamiczny gmach cząsteczki białka lub kwasu nukleinowego. Po raz pierwszy w historii nauki ujawniła się niezwykle złożona i niepowtarzalna struktura tych najistotniejszych składników każdej komórki, które najprawdopodobniej przez swoją uporządkowaną złożoność doprowadziły przed kilku miliardami lat do powstania życia na ziemi i jego rozwoju w znanych nam obecnie formach.

Wreszcie na zakończenie tego krótkiego przeglądu metod, dzięki którym rozwinęła się współczesna biochemia i biologia molekularna do dzisiejszego zakresu rozwiązywanych zagadnień, należy w tym miejscu wspomnieć również o technice inżynierii genetycznej wprowadzonej przez biologów w ostatnich latach. Wrócimy jeszcze do tego problemu później, ale tu chciałbym podkreślić, że tej techniki nie mógł zaproponować nikt inny tylko szeroko wykształcony biolog, posiadający głęboką znajomość zjawisk biologicznych i równocześnie fizykochemicznych, zachodzących w żywym organizmie na poziomie molekularnym. Metoda ta bez wątpienia pchnie badania biologiczne na nowe tory i być może już w niedalekiej przyszłości przyniesie rozwiązania, umożliwiające ludziom głębsze poznanie istoty życia i lepszą ich egzystencję.

Tak więc mniej więcej w połowie XX w. zachodzi silne zespolenie nauk biologicznych z fizyką, chemią i matematyką. Doprowadza to w początku lat 50 do epokowego odkrycia w biochemii w zakresie struktury i funkcjonowania materiału genetycznego, z czego narodziło się pojęcie i przedmiot badania biologii molekularnej. Zdano sobie wówczas

sprawę, że do uprawiania tej dziedziny badawczej nie wystarczy stosować jedno podejście metodyczne, jedną technikę i jeden kierunek myślenia. W biologii nie jest wystarczające określenie nawet wszystkich możliwych parametrów tylko jednego składnika, jednej formy morfologicznej lub jednego zjawiska biologicznego. W tej dyscyplinie trzeba sięgnąć do wszystkich możliwych środków jakimi dysponuje współczesna nauka, by można było wyjaśnić strukturę składników organizmów żywych, sposób ich wzajemnych powiązań, oddziaływań i wyzwalanych efektów biologicznych.

Weźmy dla przykładu jeden z licznych hormonów białkowych występujących w ustrojach wyższych zwierząt i ludzi. Zastanówmy się, jakie specjalności muszą się włączyć aby składnik, który występuje w komórkach w stężeniu zaledwie kilku promille wyosobnić w czystym stanie i scharakteryzować pod względem fizykochemicznym, biologicznym i klinicznym. A więc biochemik izoluje dane białko, ew. krystalizuje je i następnie określa jego własności. Ustala jego skład aminokwasowy i sekwencję, co składa się na tzw. strukturę I-rzędową białka. Musi określić mechanizm inicjowania lub hamowania przez hormon różnych procesów biochemicznych oraz efekty metaboliczne tego działania. Krystalograf i strukturalista ustalają kształt przestrzenny i konformację. Farmakolog powinien ustalić kinetykę eliminacji hormonu z ustroju, jego formę jako leku, dawkę, częstotliwość podawania leczonemu itp.

Chemik organik wreszcie może się pokusić o opracowanie syntezy chemicznej, co mu się w przypadku białek o złożonej strukturze najczęściej nie udaje. Immunolog może określić własności antygenowe białka, jego sposób interakcji z przeciwciałami i ew. zachowanie się takiej substancji w organizmie, zwłaszcza jeśli ona pochodzi od innego gatunku. Wreszcie klinicysta opisuje jak reaguje cały ustrój na podany czynnik, jak wygląda przebieg choroby przy jego niedoborze, przy nadmiarze, a więc opisuje cały zespół cech procesu patologicznego.

Tak więc na drodze do szybkich efektów badawczych biologii molekularnej stoi niezwykle złożoność struktur i ich kompleksowy charakter działania biologicznego. Przyjrzyjmy się przeto pokrótce strukturze tych najistotniejszych składników wszystkich organizmów jakimi są białka i kwasy nukleinowe i co z tych danych wynika na przyszłość, zarówno w sferze poznawczej jak i w zakresie praktycznym.

OGÓLNE ZAŁOŻENIA STRUKTURY, ORGANIZACJI I ODTWARZANIA MATERII ŻYWEJ

Białka i kwasy nukleinowe są stałymi i nieodłącznymi składnikami komórek wszystkich ustrojów żywych. Białka stanowią podstawę struktury komórki; pełnią funkcję jako biokatalizatory, regulatory procesów metabolicznych i funkcji aparatu genetycznego, odpowiedzialne są za ruch, transport, pracę organów zmysłowych oraz pełnią istotną funkcję w systemie obronnym ustrojów wyższych. Białka odpowiedzialne są zatem za wszystkie czynności biologiczne komórki, jej indywidualne cechy i jej integralność. Ich swoista budowa nadaje im wyjątkową zdolność dokładnego rozpoznawania określonych struktur chemicznych, znajdujących się w najbardziej złożonej mieszaninie. Każde białko obok swojej sekwencji aminokwasów charakteryzuje się trójwymiarową

konformacją łańcucha polipeptydowego, tj sposobem zwinięcia i pofałdowania w przestrzeni. To ukształtowanie przestrzenne łańcucha polipeptydowego jest jak się okazało niezbędne dla uzyskania określonej aktywności biologicznej i pełnienia stosownej funkcji przez dane białko.

W przyrodzie występują dwa typy białek: włókienkowe i globularne. Białka włókienkowe tworzą różne elementy strukturalne w komórkach i w tkankach, natomiast białka globularne, posiadające kształt kulisty lub zbliżony do tej formy geometrycznej, pełnią różne funkcje dynamiczne, czynnościowe. Końcowa struktura białka globularnego charakteryzuje się najmniejszą energią swobodną, tworzy się spontanicznie, bez udziału innych czynników poza sekwencją aminokwasów i posiada ostatecznie strukturę zrelaksowaną, o najniższym stanie równowagi i najmniejszej entropii.

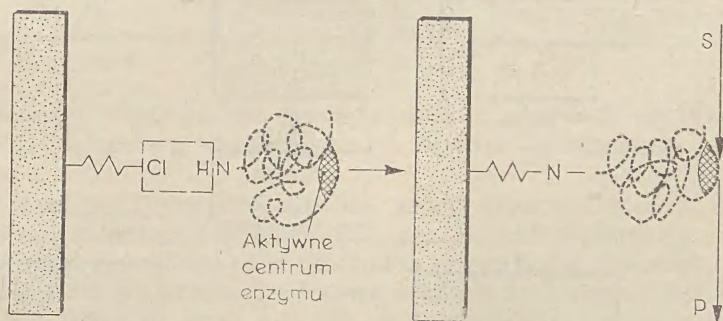
Białka są tymi substancjami w przyrodzie, poprzez które genotyp danego osobnika, czyli informacja genetyczna, realizuje swój fenotyp i utrzymuje go w ciągu całego życia. Każdy gatunek posiada charakterystyczny zespół białek, sięgający setek tysięcy poszczególnych odmian. Częsteczki poszczególnych białek i innych substancji biologicznych, rozpoznają się dzięki określonym ich strukturom i układają się w unikalne kształty i figury tworząc struktury supramolekularne. Przypomina to proces krystalizacji w przypadku prostych związków chemicznych. Układaniem się białek w struktury supramolekularne nie sterują żadne dodatkowe siły, nie jest potrzebny żaden wzór czy matryca, niepotrzebna jest energia — dzieje się to zgodnie z oddziaływaniami pomiędzy odpowiednimi grupami atomów, tak jak się to dzieje w przypadku związków w przyrodzie nieożywionej. W ten sposób powstają wszystkie organelle komórki, wszystkie formy geometryczne, które obserwujemy pod mikroskopem. Z kolei wszystkie składniki morfotyczne komórki układają się w jedną funkcjonalną całość, zintegrowaną za pomocą błony komórkowej, która w ogólności jak dziś wiemy, powstaje również na tej samej zasadzie. Wszystko wskazuje także, iż w podobny sposób zachodził rozwój materii żywej w ciągu całego okresu jej ewolucji. Po wytworzeniu pewnej ilości podstawowych struktur chemicznych na ziemi, w okresie tzw. abiotycznej ewolucji, dalsza organizacja form polimerycznych i makromolekularnych następowała szybko i spontanicznie, aż do wytworzenia pierwotnej komórki włącznie.

Szczególą rolę pośród wszystkich białek pełnią enzymy, biokatalizatory. Inicjują zawsze tylko jeden typ reakcji, przekształcają tylko jeden określony substrat, ponieważ posiadają w swojej cząsteczce określoną konfigurację dopasowaną tylko do jednego związku chemicznego, określonego wiązania i odpowiedniego ułożenia grup atomowych w przestrzeni trójwymiarowej. Przekształcony substrat, już jako produkt reakcji nie pasuje więcej do aktywnego centrum enzymu i musi się od niego odłączyć. Wszystko to dzieje się w ułamkach sekundy, przeto za moment ta sama cząsteczka enzymu łączy się z następną cząsteczką substratu i proces powtarza się miliony razy. To ostatecznie decyduje o takim a nie innym kierunku procesu metabolicznego w danej komórce. Streszczając zatem, określona struktura enzymu narzuca kierunek przemian chemicznych, a wszystkie tego typu zdarzenia oparte są jedynie na zasadzie chemicznych oddziaływań pomiędzy związkami makromolekularnymi i innymi substancjami.

Poznając wewnętrzną strukturę enzymów, mechanizm katalizowanych przez nie reakcji, dowiadujemy się o ich różnych niezwykłych właści-

wościach. Złożoność cząsteczki białka sprawia, że ułożenie przestrzenne nie jest stałe i nie jest niezmiennie. W obecności różnych składników środowiska, w którym się znajduje w komórce, a które posiadają określone powinowactwo do danego enzymu, może on przyjmować bardziej lub mniej aktywną konfigurację, tracić na pewien czas zdolność katalizowania danej reakcji względnie ją przyspieszać. Na oddziaływaniu tych czynników z białkami, którymi są najczęściej produkty katalizowanych przez enzymy reakcji, polega cały system regulacji metabolicznych, które w niezwykle precyzyjny sposób sterują wszelkimi przejawami życia komórki.

Z poznania struktury niektórych enzymów dowiadujemy się również, że nie wszystkie elementy tej struktury są niezbędne dla zachowania aktywności biologicznej. Możemy niektóre ugrupowania enzymu modyfikować, zmieniać, kształtować według własnych zasad, nadając często takim zmodyfikowanym enzymom nowe właściwości fizykochemiczne i również biologiczne. Przykładem może być proces tzw. immobilizacji enzymów i wykorzystanie ich w praktyce (rys. 1). Tego podejścia nauczylismy się od przyrody. Otóż większość enzymów w żywej komórce występuje w dwóch kinetycznie odrębnych formach: w formie związanej z elementami morfotycznymi, głównie z membranami i w stanie rozpuszczalnym. Poznanie zmian konformacyjnych i katalitycznych towarzyszących dystrybucji niektórych enzymów pomiędzy stan rozpuszczalny i nierozpuszczalny, dało punkt wyjścia dla badań w zakresie tzw. technologii enzymatycznych, zwanej także inżynierią enzymatyczną.



Rys. 1. Schemat immobilizacji enzymów przez kowalencyjne wiązanie cząsteczki białka w nierozpuszczalnym podłożu

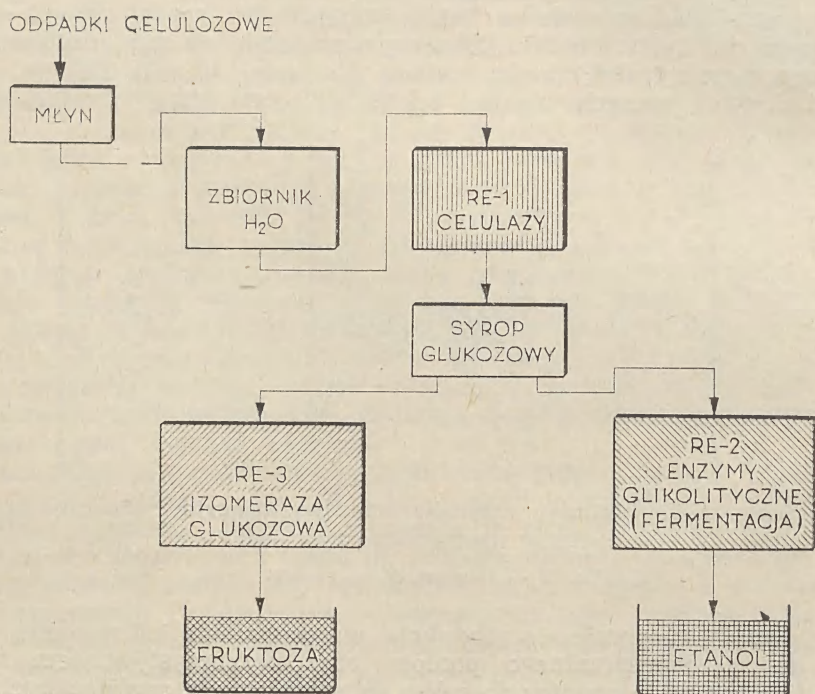
S — substrat, P — produkt

Dziedzina ta zajmuje się produkcją, oczyszczaniem i wiązaniem enzymów do nierozpuszczalnego podłoża oraz wykorzystywaniem takich zmodyfikowanych enzymów do celów przemysłowych, analitycznych, medycznych, agrotechnicznych i innych. Powiązanie enzymu z nierozpuszczalnym podłożem, czyli jego unieruchomienie lub immobilizacja, zmienia oczywiście niektóre właściwości enzymów, ale często również zmienia na korzyść niektóre ich parametry.

Enzymy pierwotnie rozpuszczalne, przeprowadzone w stan nierozpuszczalny, zmieniają swoją konfigurację przestrzenną, ale zazwyczaj wykazują większą stabilność i odporność na denaturację, na działanie różnych inhibitorów, zmieniają kinetykę działania, jak np. optymalną

kwasowość, w której katalizują dany proces, zmieniają szybkość reakcji enzymatycznej, nie ulegają dyfuzyjnemu rozproszeniu itp. Te nowe właściwości enzymów immobilizowanych sprawiają, że można je wykorzystywać w danym procesie katalitycznym setki i tysiące razy bez istotnej zmiany jego aktywności. Możemy również wiązać wiele różnych enzymów na tym samym podłożu nierozpuszczalnym tworząc kompleksy multienzymatyczne, które działając sekwencyjnie, będą przetwarzać nawet bardzo złożony substrat na prosty produkt końcowy.

Jednym z wielu zastosowań technologii enzymatycznej do celów przemysłowych o dużym znaczeniu ekonomicznym jest przekształcenie odpadów celulozowych na płynne paliwa, rozpuszczalniki i inne użyteczne produkty. Celuloza, polimer D-glukozy, może być przekształcana na fruktozę, którą stosuje się w hodowli drobnoustrojów przy produkcji masy białkowej. Drogą fermentacji glukoza może być zmieniona na takie produkty jak etanol i aceton (rys. 2). Enzymy umieszczone w odpowiednich reaktorach, stosowane w powyższych procesach są niezwykle specyficzne, działają w łagodnych warunkach, bez konieczności stosowania wyższej temperatury, ciśnienia etc., a otrzymywane tą drogą produkty są wolne od niepożądanych zanieczyszczeń.



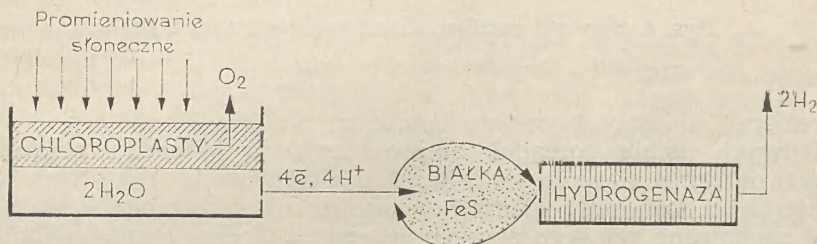
Rys. 2. Przebieg enzymatycznej degradacji odpadów celulozowych

RE-1, 2 i 3 — reaktory enzymatyczne wypełnione stosownymi enzymami nierozpuszczalnymi

Słońce jest jedynym niewyczerpalnym źródłem energii na ziemi. Stąd wiele uwagi współczesna biologia molekularna poświęca fotobiologicznemu wiązaniu energii. Powiązane ze sobą odpowiednie struktury zielonych roślin rozkładające cząsteczkę wody przy udziale energii słońca

necznej oraz enzymy bakteryjne redukujące wodór jonowy do atomowego (rys. 3) pracują z dużą wydajnością bez specjalnych inwestycji i nakładu środków pieniężnych.

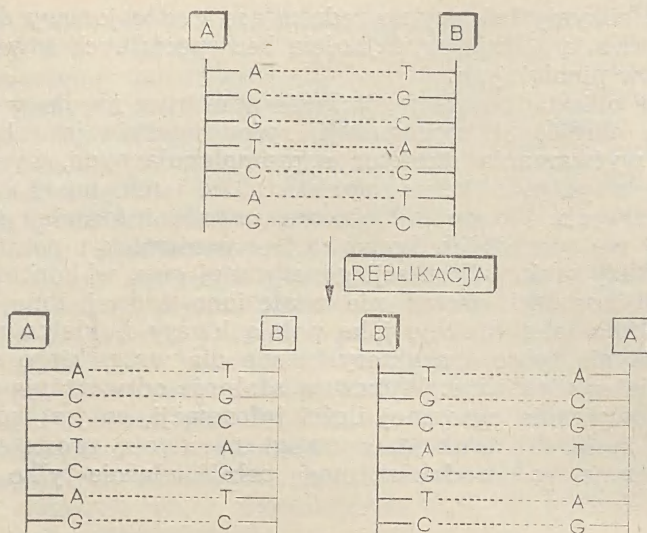
Wszystkie opisane powyżej zdarzenia odnoszące się do przyjmowania przez białka określonej konformacji, rozpoznawania innych cząsteczek i zdolności wytwarzania struktur supramolekularnych, są zapisane w programie genetycznym, tj. poprzez strukturę i sekwencję zasad w kwasach nukleinowych. Kwasy nukleinowe, nośniki informacji genetycznej, znajdują się we wszystkich komórkach organizmów i pełnią centralną rolę w przekazywaniu informacji genetycznej oraz w kontroli procesów rozwojowych komórki. Dotąd nie znaleziono żadnej innej substancji, która by pełniła taką funkcję jaką pełnią kwasy nukleinowe. Podobnie jak białka są nie tylko charakterystyczne dla wszystkiego co żyje, ale dla tego życia są niezbędne. Wykazują zdolność odtwarzania samych siebie i przechowywania ogromnej ilości informacji, co jest konieczne dla kontynuacji życia. Tę funkcję, z uwagi na swoją prostotę złożoności i zakres ogromnej różnorodności, mogą pełnić właśnie tylko te substancje.



Rys. 3. Schemat fotolitycznego rozkładu wody i produkcji gazowego wodoru za pomocą immobilizowanych struktur biologicznych

Zbudowane są tylko z 4 różnych zasad organicznych, w skład których wchodzi zaledwie 5 pierwiastków na ok. 100 występujących na naszej planecie. Przez niezwykle oszczędną organizację liniowej cząsteczki, nadzwyczaj prostym sposobem natura zapisała w kwasach nukleinowych całą historię rozwoju form żywych, ze wszystkimi ich cechami, łącznie ze świadomością, zdolnością zapamiętywania i całą sferą psychiczną „dominującego ssaka”. Cała informacja każdego żyjącego osobnika jest zapisana kolejnością 4 zasad w długich łańcuchach kw. dezoksyrybonukleinowego. Ta monotonna i zaskakująco prosta struktura DNA jest jednak doskonale dostosowana do odtwarzania się przez kopiowanie własnej struktury, w oparciu o własną informację (rys. 4). Jest to wynikiem tego, że każda zasada jednego łańcucha łączy się z zasadą drugiego, przy czym jednej zasadzie pierwszego łańcucha może odpowiadać tylko jedna z 3 zasad drugiej nici. A zatem nie ma tu miejsca żadna przypadkowość, gdyż takie oddziaływanie zasad jest uwarunkowane ich aprioryczną strukturą i wzajemnym powinowactwem chemicznym.

Ten liniowy polimer, nad którego integralnością czuwają odpowiednie mechanizmy reperujące, oprócz przechowywania informacji dla następnych pokoleń, posiada zdolność sterowania syntezą białek i ich organizacją. Kwasy nukleinowe podobnie jak białka są polimerami liniowymi charakteryzującymi się kolejnością jednostek podstawowych ułożonych



Rys. 4. Schemat semikonserwatywnej replikacji DNA

A — adenina, G — guanina, C — cytozyna, T — tymina

w określonej kolejności wzdłuż łańcucha. Kolejność zasad w kwasach nukleinowych ustala porządek aminokwasów w łańcuchu polipeptydu. Ponieważ informacja genetyczna przekazywana jest zawsze tylko w jednym kierunku, kolejność składników ułożonych w cząsteczce białka jest zawsze zachowana wg tego samego schematu. Jedna zasada w łańcuchu DNA nie znaczy nic, 3 kolejne zasady oznaczają wprowadzenie jednego aminokwasu do łańcucha białka, ale dopiero kombinacja trójek czyli poszczególnych kodonów, daje określoną strukturę białka. Dlatego proces przekazywania informacji od DNA do cząsteczki białka jest o wiele bardziej złożonym mechanizmem niż samo odtwarzanie informacji genetycznej czyli replikacja. Patrząc na strukturę DNA widać jak gdyby natura nie miała zbyt dużo fantazji przy formowaniu substancji pełniącej tak ważną rolę, jaką jest odtwarzanie i utrzymanie ciągłości materii żywej. Ale trzeba pamiętać, że DNA pełni tę funkcję tylko w połączeniu z białkami, których złożoność i zmienność ich struktury jest nieporównywalnie większa niż kwasów nukleinowych, jak już mówiliśmy, natura użyła tylko 4 różnych jednostek, natomiast w przypadku białek — 20 różnych składników. Ilość w tym przypadku różnych form białek jest nie do obliczenia, z tym że w przyrodzie występuje tylko część wszystkich możliwych struktur białkowych.

W ostatnich kilkunastu latach biologia molekularna odpowiedziała na zasadnicze pytanie: w jaki sposób informacja zapisana w liniowej cząsteczce DNA jest realizowana w komórce w postaci trójwymiarowej struktury wszystkich białek. W 6.5 pg DNA komórki ludzkiej (6.5×10^{-12} g) znajduje się ok. 2 m liniowej sekwencji zasad, co gdyby zapisać naszym zwykłym drukiem, zajęłoby to 1 500 000 stron, z których można by utworzyć bibliotekę o 6000 tomów, przyjmując średnio 250 str. na jedną książkę. I rzeczywiście, założono już taką bibliotekę gromadzącą zapisy sekwencji zasad w ludzkich genach, tj. fragmentach DNA izolowanych sporadycznie w różnych laboratoriach. Biblioteka

taka powstała w Kalifornijskim Instytucie Technologicznym. Szybkość odczytywania informacji genetycznej i przekładanie jej na język aminokwasów białek jest procesem bardzo szybkim — u bakterii w ciągu 1 sek. zachodzi włączanie ok. 3 tys. aminokwasów do łańcucha polipeptydowego. U wyższych ustrojów proces ten jest nieco wolniejszy i ta sama ilość informacji przekształcana jest w ciągu minut. Musimy sobie jednak zdać sprawę z faktu, że aby w komórce ustroju wyższego mogła zająć synteza najprostszego białka, niezbędne jest zaangażowanie w tym procesie ok. 60 różnych cząsteczek tzw. transportujących kw. rybonukleinowych (tRNA), ok. 20 różnych aminokwasów, co najmniej tyle samo swoistych enzymów aktywujących te aminokwasy, kilka typów tzw. rybozomalnego RNA(rRNA), ok. 100 różnych białek i enzymów tworzących strukturę rybozomowe odpowiedzialne za sam proces syntezy białka, enzymy inicjujące syntezę, wytwarzające wiązania peptydowe, określające zakończenie syntezy i wreszcie pewna ilość różnych czynników drobnocząsteczkowych, jak substancje dostarczające energii, jony metali itp. Wreszcie szereg enzymów i innych czynników jest niezbędnych w tzw. posttranslacyjnej obróbce białka, dzięki czemu przyjmuje ono ostateczną aktywną formę i staje się grudką materii o jasno określonych właściwościach biologicznych.

Struktura białka w komórce jest realizowana za pomocą kombinacji trójków nukleotydowych, systemu zwanego kodem genetycznym. Schemat działania trójkowego kodu genetycznego podał po raz pierwszy G. Gamow w 1953 r. Po ukazaniu się jego koncepcji podniesiono szereg uwag krytycznych wynikających przede wszystkim z trudności przestrzennych przy kodowaniu jednego aminokwasu za pomocą 3 nukleotydów. Ale biologia molekularna w tym czasie była już na takim stopniu rozwoju, że mogła pewne procesy przewidywać. W krótkim czasie po teorii Gamowa pojawia się sugestia F. Cricka, że musi w komórce istnieć jakaś struktura pośrednia pomiędzy kodonem a aminokwasem. Zaczęto oczywiście poszukiwać takiej struktury i wielkie zdumienie ogarnia świat naukowy kiedy się okazuje, że istnienie stosownego „adaptora” jest rzeczywistością, który wypełnia doskonałą lukę w rozumowaniu Gamowa. Tym adaptorem okazał się nieznany przedtem typ RNA, zw. tRNA, nad którym do dziś tak owocnie pracuje zespół prof. Wiewiórowskiego.

Kod genetyczny posiada charakter uniwersalny; poszczególne trójki zasad wprowadzają do łańcucha polipeptydowego ten sam aminokwas u wszystkich organizmów świata żywego, od najprostszej bakterii do człowieka (tablica 1). Ponieważ kwasy nukleinowe zbudowane są tylko, jak mówiliśmy, z 4 różnych zasad, to przy trójnukleotydowej jednostce kodu daje to 4^3 różne kombinacje, czyli 64 triplety lub kodony. Zatem na 20 różnych aminokwasów przypadałyby 64 trójki czyli średnio 3 na jeden aminokwas. W praktyce okazało się, że poszczególne aminokwasy posiadają różną ilość trójków kodujących ich wprowadzenie do białka, od 1 do 6. Ta nieregularność w zabezpieczaniu poszczególnych aminokwasów jest wynikiem perturbacji ewolucji molekularnych struktur i pewnej degeneracji pierwotnie zamierzonego przez naturę schematu.

Odczytany kod genetyczny, ten „secret de la vie” jest niewątpliwie największym odkryciem w zakresie biologii molekularnej w naszym stuleciu. Istotą mechanizmu działania kodu genetycznego jest wytwarzanie par zasad i komplementarnych łańcuchów kwasów nukleinowych. Na tej zasadzie, wynikającej ze struktury chemicznej kilku związków orga-

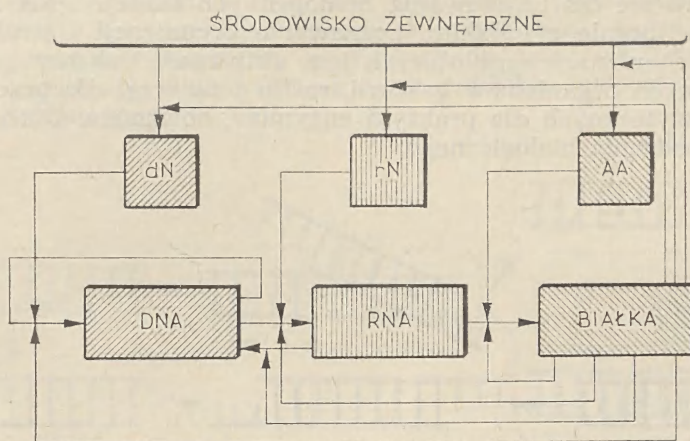
Tabela 1

Kod genetyczny. Skróty nazw aminokwasów podano zgodnie ze stosowaną nomenklaturą międzynarodową. Nazwy kodonów „Ochra”, „Amber” i „Umber” nie kodują żadnego aminokwasu, lecz wykorzystywane są jako sygnały dla zakończenia syntezy polipeptydu podczas biosyntezy białka

UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys
UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UCC	Cys
UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Ochre	UGA (Umber)	
UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	Amber	UGG	Trp
CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg
CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg
CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg
CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg
AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser
AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg
AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg
GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly
GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly
GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Asp	GGA	Gly
GUG	Val	GGG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly

nicznych, opiera się cały system informacji w procesie syntezy nowych łańcuchów DNA czyli replikacji materiału genetycznego, syntezy RNA, czyli transkrypcji oraz ułożenia aminokwasów w odpowiedniej kolejności w białku, czyli translacji. Odczytanie kodu genetycznego i poznanie mechanizmu biosyntezy białka w żywej komórce dało biologii molekularnej szerokie możliwości w interpretowaniu zjawisk biologicznych, w przewidywaniu różnych procesów, jak również praktycznego zastosowania tych osiągnięć.

Mechanizm odtwarzania i przekazywania informacji genetycznej dostarcza nam najbardziej doskonałego przykładu w pełni zautomatyzowanego systemu sterowania. Częsteczką DNA, za pomocą stosownego mechanizmu przetwarza zawartą w niej informację na wzrost somatycznych struktur organizmu poprzez produkcję odpowiednich białek (rys. 5). Z kolei wyprodukowane odpowiednie struktury białkowe są same informacją dla innych procesów fizykochemicznych, dzięki którym tworzy się określony fenotyp. A więc jest to najbardziej pełny przepływ informacji jaki można sobie wyobrazić, gdyż informacja zawarta w DNA prowadzi do powstania struktur, które są również informacją. Wyjaśnienie wszystkich kanałów przepływu informacji genetycznej, mechanizmów jej realizacji i odpowiadających im efektów biologicznych, jest głównym zadaniem biologii molekularnej na przyszłość. Wiemy np., że różne czynniki zawarte w środowisku zewnętrznym otaczającym dany ustrój żywy, wpływają modyfikująco na strukturę informacji genetycznej, na jej przepływ i produkty jej realizacji. Zachodzi zatem pytanie, w jakim stopniu w ostateczności odbija się to na losach ustroju, na jego rozwoju ontogenetycznym, na jego adaptacji do ciągle zmieniającego się środowiska? Z aktualnych badań nad strukturą genomu ustrojów wyższych wiemy, że informacja genetyczna zapisana sekwencją zasad w DNA jest nieustannie w komórce przekształcana, dochodzi do jej



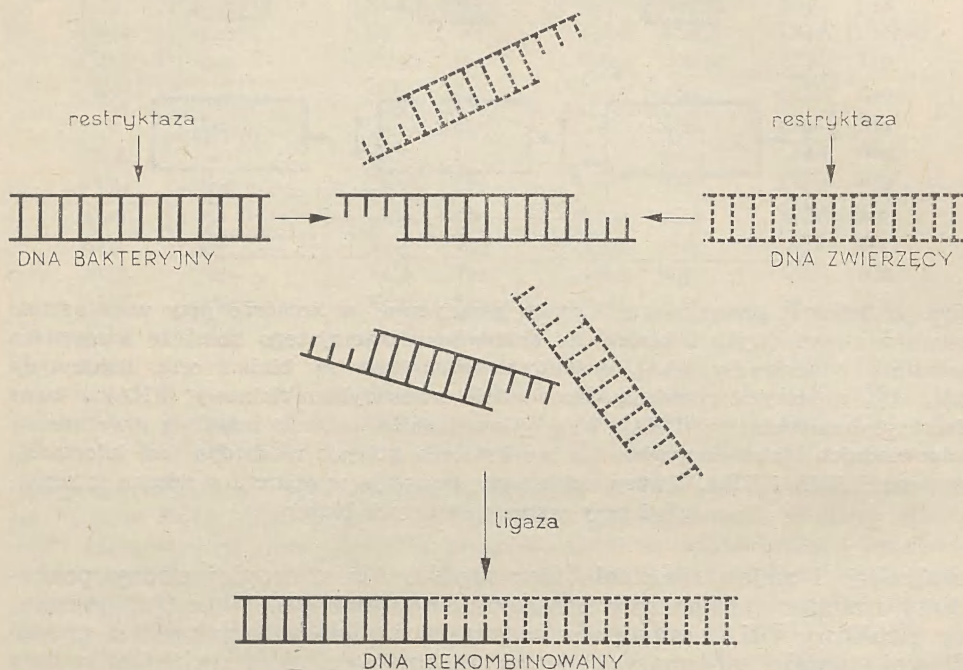
Rys. 5. Schemat przepływu informacji genetycznej w komórce przy współudziale kwasów nukleinowych i białek. Ze składników otaczającego komórkę środowiska powstają aminokwasy (AA), z których budowane są białka oraz nukleotydy (rN, dN), z których powstają odpowiednio kwas rybonukleinowy (RNA) i kwas dezoksyrybonukleinowy (DNA). Wszystkie składniki komórki powstają przy udziale odpowiednich białek-enzymów, dla wytworzenia których niezbędna jest informacja w postaci DNA i RNA. Kwasy nukleinowe powstają w oparciu o własną informację i przy pomocy swoistych białek

uszkodzeń i zmian znaczenia tego zapisu. Ale z drugiej strony poznaliśmy również mechanizmy nieustannie naprawiające i korygujące zmiany struktury DNA, czuwające nad zachowaniem integralności i prawidłowej ciągłości informacji genetycznej, przez co organizm nawet w bardzo zmienionych i niekorzystnych warunkach zachowuje zdolność do niezaburzonego odtwarzania wszystkich swoich struktur i systemów funkcyjnych. Trzeba jednak podkreślić, że nad integralnością i ciągłością informacji genetycznej czuwają odpowiednie białka — enzymy. Kwasy nukleinowe pozbawione białek są strukturami bezwładnymi. Z kolei białka bez kwasów nukleinowych nie posiadałyby indywidualnej struktury, byłyby pozbawione „oblicza”. Żadna z tych struktur, tj. białkowa lub kwas nukleinowy nie może reprodukować się samodzielnie bez udziału drugiej, a oba te procesy mogą zachodzić tylko w komórce, w najmniejszej samodzielnej jednostce żywej materii.

INŻYNIERIA GENETYCZNA

Dokładniejsze poznawanie powyższych problemów, współzależności i mechanizmów podstawowych procesów biologicznych stało się możliwe dzięki rozwojowi swoistych metod biologii molekularnej. Jedną z nich jest technika zwana popularnie inżynierią genetyczną. Jest to złożone podejście pozwalające na manipulowanie materiałem genetycznym *in vitro*, pozwalającym na powielenie dowolnego odcinka informacji z dowolnie wybranego organizmu i uzyskiwanie różnych produktów ekspresji sztucznie wytworzonych genów. Technika ta stworzyła zupełnie

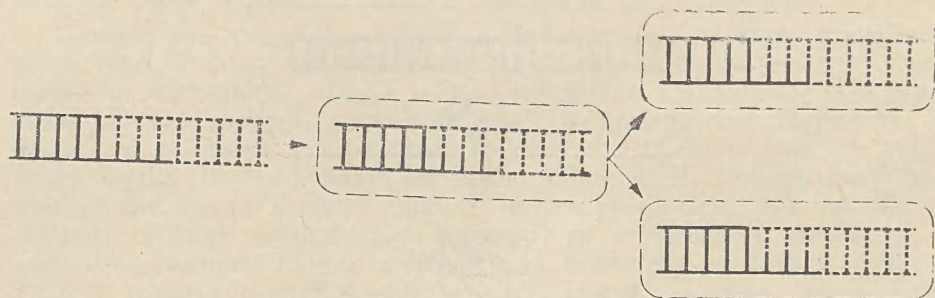
nowe możliwości dla uzyskiwania homogennych frakcji DNA z różnych organizmów łącznie z ludzkim, poznawania organizacji i struktury genomów, mechanizmów regulujących jego aktywność, jak również wpręgnięcia różnych organizmów bakterii, roślin i zwierząt dla przemysłowej produkcji użytecznych dla praktyki enzymów, hormonów i innych czynników pochodzenia biologicznego.



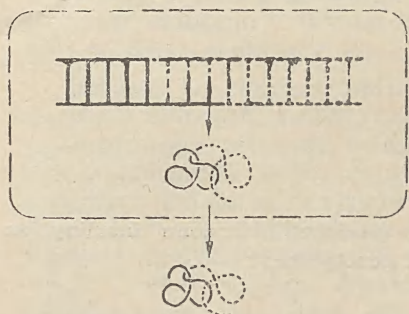
Rys. 6. Schemat przygotowania rekombinowanego DNA przy użyciu enzymów restrykcyjnych. Tym samym enzymem restrykcyjnym działa się na DNA z różnych źródeł, otrzymane odcinki łączy się w dowolnej kolejności przy pomocy enzymów zwanych ligazami i rekombinowany DNA wprowadza się do komórki bakteryjnej

Istotnym faktem, który umożliwił rozwinięcie badań w dziedzinie inżynierii genetycznej było stwierdzenie występowania w komórkach drobnoustrojów tzw. enzymów restrykcyjnych. Są to enzymy obronne, które chronią bakterie przed ich wirusami czyli fagami. Charakterystyczną cechą enzymów restrykcyjnych jest ich zdolność do cięcia podwójnej nici DNA na dość duże odcinki zakończone jednoniciowymi fragmentami. Jednoniciowe końce odcinków DNA są w stosunku do siebie kohezywnymi i mogą na powrót się wiązać z sobą przez wytwarzanie komplementarnych par zasad. Działając tym samym enzymem restrykcyjnym na DNA z różnych źródeł, wyosabniamy interesujące nas fragmenty, łączymy je w dowolnym porządku wykorzystując stosowne enzymy zwane ligazami i w ten sposób możemy uzyskać DNA o zupełnie dowolnej informacji (rys. 6). Tak przygotowany sztucznie DNA można jak się okazuje wprowadzić do komórki gospodarza, np. bakterii i powielić go przez proces zwany klonowaniem. Wprowadzenia DNA do komórki gospodarza dokonujemy za pomocą odpowiedniego nośnika zw.

wektorem, którym u bakterii może być jego własny plazmid (DNA o budowie kołowej), a u wyższych ustrojów odpowiedni wirus. Schemat techniki inżynierii genetycznej, przygotowanie tzw. rekombinowanego DNA, jego klonowania i otrzymywanie ew. produktu wytworzonej informacji, przedstawiają rys. 6, 7 i 8.

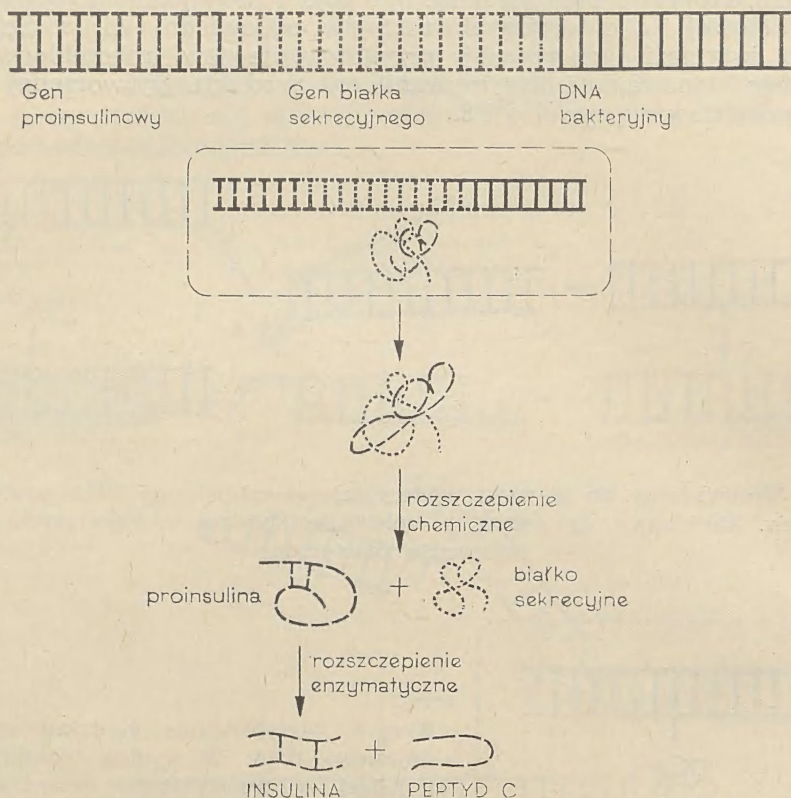


Rys. 7. Wprowadzony do komórki bakteryjnej rekombinowany DNA powiela się przez tzw. klonowanie, tj. rozwój i izolowanie komórek zawierających zadaną informację genetyczną



Rys. 8. Otrzymywanie produktu rekombinowanego DNA. W wyniku transkrypcji i translacji w komórce syntetyzowane są białka zgodnie z informacją zawartą w cząsteczkach DNA. Niektóre białka są wydzielane przez komórkę na zewnątrz, przez co można je wyizolować z pożywki, na której rozwija się dany szczep bakterii

Jak widać z opisanego przykładu, inżynieria genetyczna daje dalsze, praktycznie nieograniczone możliwości. Pracuje się intensywnie nad przygotowaniem sposobów produkcji różnych hormonów niezbędnych w leczeniu, przeciwciał, antybiotyków oraz licznych enzymów wykorzystywanych w przemyśle (rys. 9). Realnym staje się otrzymanie białek w roślinach uzupełnionych o brakujące w nich aminokwasy, a niezbędne dla życia zwierząt i ludzi. Technika inżynierii genetycznej próbuje się wprowadzić np. do genów białek roślinnych informację dla lizyny, metioniny i innych aminokwasów, dzięki czemu białka pozostające pod kontrolą takich genów będą posiadały wszystkie tzw. egzogenne aminokwasy i mogą być bez dodatkowych uzupełnień stosowane jako pełnowartościowa pasza. Niektóre z powyższych substancji mogą, rzecz prosta, być otrzymane drogą totalnej syntezy chemicznej. Jednak mimo tego takie podejście w dzisiejszych warunkach byłoby niezwykle kosztowne, czasochłonne i właściwie bezsensowne. Bowiem metody biologiczne, czy półsyntetyczne cechują się stosunkowo niskim kosztem, czystością produkcji, wysoką swoistością otrzymanych produktów, np. w przypadku związków optycznie czynnych i wprost nieograniczonymi możliwościami.



Rys. 9. Schematyczne przedstawienie procesu produkcji hormonu insuliny za pomocą techniki inżynierii genetycznej

Wszystkie powyższe substancje możemy uzyskać jednym z dwóch sposobów biologicznych: albo przez użycie odpowiednich enzymów, czyli techniką inżynierii enzymatycznej, albo przez wprowadzenie do żywej komórki odpowiedniej informacji genetycznej w postaci kw. nukleowego i otrzymanie produktu techniką inżynierii genetycznej.

ZNACZENIE BADAŃ W ZAKRESIE BIOLOGII MOLEKULARNEJ

Uzyskiwane wyniki w zakresie biochemii i biologii molekularnej są pilnie obserwowane przez opinię społeczną. Ludzie bowiem widzą w tych badaniach nadzieję na rozwiązanie wielu palących problemów, jak choroby nowotworowe i schorzenia układu krążenia, zwiększenie produkcji żywności, wprowadzenie tanich i wydajnych technologii w przemyśle oraz ochrona przed trującym działaniem współczesnej cywilizacji.

Najwięcej praktycznych zastosowań przyniosła biochemia dotychczas medycynie i rolnictwu. Po wielu latach żmudnych badań podstawowych przyszyły praktyczne rozwiązania i wdrożenia w zakresie witamin, które ostatecznie doprowadziły do eliminacji takich schorzeń jak szkorbut, krzywica, ślepoty dzieci, anemia złośliwa, pelagra i inne. Powstała nauka

o racjonalnym żywieniu czyli dietetyka. Należy podkreślić, że choroby z niedoboru witamin są przede wszystkim schorzeniami biedoty ludzkiej. Dlatego poznanie mechanizmu działania witamin pozwoliło podjąć odpowiednie kroki, jak ustalenie minimalnych racji żywnościowych czy też stosowanie odpowiednich uzupełnień do pokarmów, które by zabezpieczały przed skutkami chorób z niedoboru tych czynników.

Niestety nie wszystkie choroby z niedożywienia zniknęły z kuli ziemskiej. Wartość odżywcza białek roślinnych dla ludzi nie jest zbyt wielka. Białka te, szczególnie ubogie w tzw. niezbędne aminokwasy nie zapewniają pełnego rozwoju organizmu przy jednostronnym odżywianiu się. Setki tysięcy dzieci ginie rocznie w Afryce, Płd. Ameryce i w Azji, z braku białka. Białko okazało się takim składnikiem naszego pożywienia, którego nie można zastąpić żadnym innym produktem. Jak ustaliła biochemia, niektóre aminokwasy występujące w białkach nie mogą być zastąpione żadnymi innymi substancjami, muszą być podane w pokarmie. Te tzw. niezbędne aminokwasy wykorzystywane są przez ustrój do budowy własnych białek, dla syntezy różnych hormonów, enzymów i innych czynników regulujących prawidłowy rozwój organizmu. Brak tych aminokwasów prowadzi u dzieci do całkowitej degeneracji i śmierci w wieku lat kilku. Jest to schorzenie zwane kwashiorkor, a dzieci straszliwie wychudzone, z wielkimi głowami i brzuchami oraz odbarwioną skórą i włosami z braku barwnika — melaninu, nazwano jak na ironię „czerwonymi diabłami”. Wystarczyłoby im dać ok. 70 g białka dziennie — aby te dzieci uchronić od straszliwej choroby, cierpień i śmierci.

Badania w zakresie hormonów przyniosły skuteczne leki dla terapii licznych schorzeń endokrynologicznych, nowotworów, schorzeń przewodu pokarmowego, zaburzeń metabolicznych jak np. cukrzyca oraz dały środki dla zapobiegania niepożądaney ciąży. Osiągnięcia na temat struktury i mechanizmu działania enzymów proteolitycznych dały podstawy pod racjonalne leczenie zaburzeń krzepnięcia krwi, zaburzeń spowodowanych defektami struktury barwnika krwi, zaburzeń mechanizmów odpornościowych i wiele innych. Gwałtowny rozwój badań metabolicznych dzięki wprowadzeniu w latach 40 związków znakowanych izotopami, doprowadził do uzyskania ogromnej ilości informacji o mechanizmie procesów prawidłowych i patologicznych, o mechanizmie działania leków, o mechanizmie powstawania i ewentualnym leczeniu schorzeń wywołanych defektami genetycznymi. Dzięki badaniom biochemicznym prowadzonym w różnych kierunkach, do diagnostyki lekarskiej wprowadzono wiele testów, w tym na wykrywanie różnych potencjalnych schorzeń genetycznych. Precyzyjne metody tzw. prenatalnego wykrywania genetycznych zaburzeń w przemianie glikolipidów, w strukturze barwnika krwi, czy w przemianach niektórych aminokwasów, nukleotydów i cukrowców, chronią tysiące ludzi przed przyjściem na świat nieuleczalnie chorego potomstwa.

Wiele uczyniono w dziedzinie leczenia schorzeń wirusowych i nowotworowych, choć do pełnego sukcesu w tym zakresie jest jeszcze daleka droga. Nowotwór jest normalną reakcją patologiczną ustroju na szereg zdarzeń, które najprawdopodobniej kumulują się w ciągu pewnego okresu życia i z którymi ustrój nie może sobie dłużej poradzić. Zagadnienie okazało się bardziej złożone niż przypuszczano jeszcze kilka lat temu. Wiemy, że ta przemiana komórki prawidłowej na nowotworową jest wynikiem działania różnych czynników środowiskowych i wewnętrznych organizmu,

ale nie potrafimy wyjaśnić, na skutek czego przestają działać w niej normalne sygnały systemów samosterowania, kiedy to komórka wymyka się spod własnej kontroli i wyłącza spod prawa zbioru komórek tego samego typu. Odpowiedź na to pytanie będzie miała zasadnicze znaczenie nie tylko dla poznania mechanizmu powstawania nowotworu i jego leczenia, lecz poznamy równocześnie najistotniejsze zasady samokontroli jakie rządzą ustrojem żywym.

Ze szczególnym zainteresowaniem zwraca swoją uwagę w kierunku współczesnej biochemii rolnictwo. Biochemia dała już rolnictwu środki walki ze szkodnikami, antybiotyki, czynniki wzrostowe, teoretyczne podstawy selekcjonowania wydajniejszych mutantów zbóż i zwierząt hodowlanych. Manipulacje za pomocą hormonów, antybiotyków i innych czynników doprowadziły obecnie do ponad 80% wzrostu przeciętnej wagi trzody chlewnej przy tym samym poziomie użytkowywanej paszy. Hormonopodobne substancje — prostaglandyny zwiększają efektywność sztucznej inseminacji poprzez wywoływanie rui u zwierząt hodowlanych w dowolnym czasie. Wydaje się również, że zwiększenie efektywności procesu fotosyntezy przy współczesnym stanie wiedzy biochemicznej staje się coraz bardziej realne. Badania prowadzone nad ograniczeniem strat spowodowanych tzw. oddychaniem roślin, tj. zwalnianiem ponownie do atmosfery zasymilowanego CO_2 oraz uzyskiwanie odmian roślin o wydajniejszej zdolności absorpcji światła, dają coraz bardziej obiecujące wyniki. Od szeregu lat prowadzone są również intensywne badania nad podwyższeniem procesu biologicznego wiązania azotu atmosferycznego. Przeniesienie informacji genetycznej dla enzymatycznej asymilacji azotu do gatunków roślin i bakterii nie posiadających tej właściwości jest zadaniem inżynierii genetycznej i dalszy rozwój tej techniki, zapewne przyniesie osiągnięcia i w tej dziedzinie.

Wprowadzenie do przemysłu technologii enzymatycznych przyniosło znaczne korzyści w zużyciu energii, w wykorzystaniu surowców i ochronie środowiska naturalnego. Opracowano wiele biosyntez aminokwasów, witamin, antybiotyków, różnych półproduktów dla przemysłu farmaceutycznego i w przemyśle spożywczym, wykorzystując zasadę reaktorów enzymatycznych. Zastosowanie praktyczne enzymów nierozpuszczalnych z roku na rok szybko wzrasta z uwagi na niskie koszty takich technologii pracujących w normalnej temperaturze i przy ciśnieniu atmosferycznym, bez specjalnych kosztownych urządzeń, bez zajmowania wielkich przestrzeni uprawnej ziemi i bez szkodliwych produktów odpadkowych. Rozwój technologii enzymatycznych jest uwarunkowany jednak rozwojem inżynierii genetycznej. Aby technologie biologiczne były sprawne i opłacalne, musi się konstruować szczepy bakterii zmuszanych do zwiększonej produkcji niezbędnych enzymów, a to można osiągnąć tylko techniką rekombinacji DNA.

Wreszcie istotnym osiągnięciem praktycznym biologii molekularnej ostatnich lat jest zastosowanie jej metod w ochronie naturalnego środowiska. W ciągu dziesiątków lat przemysł chemiczny wyprodukował i wprowadził do środowiska ogromną ilość substancji, przy czym do niedawna nikt nie zdawał sobie sprawy jak dalece szkodliwe mogą być niektóre z nich. Ale przyszło przebudzenie, kiedy wykazano m.in. zależność częstotliwości występowania niektórych zaburzeń, łącznie z nowotworami, od stanu zanieczyszczeń środowiska. Nastąpił przeto rozwój stosowanych testów biochemicznych dla sprawdzenia własności toksycz-

nych, a przede wszystkim mutagennych i rakotwórczych związków chemicznych, tysiącami wypuszczanych corocznie przez przemysł chemiczny i farmaceutyczny na całym świecie. Stało się to możliwe dzięki coraz głębszemu poznaniu struktury materiału genetycznego, sposobu oddziaływania kwasów nukleinowych i białek z różnymi substancjami chemicznymi oraz konsekwencji biologicznych tych oddziaływań.

Trzeba jednak podkreślić, że niektóre zagadnienia biochemiczne, jak np. mechanizm rozwoju embrionalnego, różnicowanie komórek, materialne podłoże ludzkiego myślenia, transformacja nowotworowa, są szczególnie odporne na podejście czysto fizykochemiczne. Te problemy nie będą mogły być prawdopodobnie rozwiązane w taki sposób jak struktura białka czy kwasu nukleinowego. Ale poznawanie drogą chemii i fizyki coraz bardziej złożonych struktur biologicznych, będzie niewątpliwie pomocne biologom, embriologom, psychologom i fizjologom przy znalezieniu właściwego podejścia w przyszłości dla rozwiązania tych niezwykle skomplikowanych procesów zachodzących w materii żywej. Dlatego dla głębszego zrozumienia procesów biologicznych niezbędne jest rozwijanie i doskonalenie dalszych metod fizykochemicznych, teorii analizy niezwykle złożonych systemów regulacyjnych oraz nowych podejść przy badaniu kształtowania się struktur wyższego rzędu, z komórką łącznie.

Osiągnięcia biologii molekularnej ostatnich lat znacznie rozszerzyły zakres widzenia zjawisk przyrodniczych. Poznajemy ich wielką złożoność i zarazem piękno form materii żywej. Nic też dziwnego, że poeci i filozofowie piszą wiersze i traktaty o DNA i jego wszechbiologicznej funkcji, a malarze i graficy portretują różne kształty i struktury odkryte przez współczesną biochemię. Dlatego ten świat złożonych molekuł, form geometrycznych i kształtów mikrokosmosu dostępny tylko fachowcom uzbrojonym w odpowiednie przyrządy, zostaje przybliżony szerszemu ogółowi ludzkości. Uzmysłowiło to ludziom po raz pierwszy fakt, że dobór naturalny w długim procesie ewolucji ustrojów żywych oddziaływał poprzez kształtowanie się stosownych struktur molekularnych dziedziczonych za pomocą odpowiedniego zespołu genów czyli cząsteczek DNA i utrzymał wszystkie cechy organizmów żywych łącznie ze sferą psychiczną rozumnej istoty. Badania te mają przeto głębokie implikacje światopoglądowe i filozoficzne.

Wiedź o poznaniu struktury DNA i jego roli biologicznej ludzie przyjęli z różnymi odczuciami. J. Monod, laureat Nagrody Nobla w zakresie biologii molekularnej, prostej i harmonijnej struktury DNA nazwał „nowoczesną duszą”, za co jest krytykowany przez deistów. Jeden z filozofów i psychiatrów amerykańskich powiada, że ta usystematyzowana strategia materii żywej odkryta przez biologię molekularną stygmatyzuje i depersonifikuje ludzką osobowość. Rozwój badań w dziedzinie biologii molekularnej posiada jeszcze szereg innych aspektów, jak etyczny, moralny i fizyczny. Możliwość manipulowania z ludzkim genomem przy użyciu techniki rekombinacji DNA powoduje u wielu ludzi niesmak i obawę przed zbyt wielką ingerencją nauki w sprawy osobowe i życie socjalne człowieka. Wielu intelektualistów, uczonych i działaczy społecznych, przede wszystkim w świecie zachodnim, występuje przeciwko inżynierii genetycznej. Przyszłościowe możliwości tzw. eugeniki pozytywnej, tj. manipulacje genetyczne na rzecz tzw. człowieka idealnego, są oczywiście tak samo nie do przyjęcia jak eugenika uprawiana przez rasistów hitlerowskich. Wydaje się jednak, że słuszny opór przed groźbą zmiany

ludzkiego genomu, a przede wszystkim przeciwko zaburzeniom mechanizmu prowadzącego do nieskrępowanego genetycznie zróżnicowania populacji ludzkich, przesłania niektórym ludziom fakt niezwykle pozytywnych osiągnięć współczesnej biochemii i to, że czego się obawiają, jest po prostu nierealne, przynajmniej przy obecnym stanie wiedzy. Bardziej prawdopodobne w konsekwencji tych badań jest ich znaczenie fizyczne. Praca z rekombinowanym DNA stwarza pewne możliwości wytworzenia onkogenu, czyli informacji rakotwórczej, nie dającego się ujaźnić wirusa, lub bakterii o nieutralowanej dotychczas strukturze genetycznej. Stąd niezbędne są pewne przepisy i regulacje w zakresie tych badań, aby trudności przewidywania lub czysta niefrasobliwość nie doprowadziły do niepotrzebnej tragedii. Dlatego praca w tej dziedzinie w pomieszczeniach sterylizowanych, pod zmniejszonym ciśnieniem i odgrodzonych labiryntem uniemożliwiającym wydostanie się materiału zakaźnego do świata zewnętrznego, powinna być obowiązkowym zabezpieczeniem również w naszym kraju.

Pozostaje jeszcze aspekt moralny tych badań. W takim samym stopniu jak nauki ścisłe i techniczne, współczesne nauki biologiczne posiadają charakter ambiwalentny i mogą być wykorzystane dla wypaczania i świadomego niszczenia życia jak i jego ochrony. Możliwość wykorzystania technik biologii molekularnej do niszczenia życia stają się dziś realne, ale mając na uwadze fakt, że postęp w naukach biologicznych jest z natury rzeczy powolniejszy niż w przypadku nauk fizycznych, miejmy nadzieję, że ludzkość będzie miała sporo czasu aby się zastanowić nad racjonalnym wykorzystaniem wyników tych badań.

ROZWÓJ I OSIĄGNIĘCIA BIOCHEMII W POLSCE

Biochemia polska posiada ponad 100-letnią tradycję. W ramach wydziałów lekarskich Szkoły Głównej w Warszawie w 1864 r. oraz UJ w 1865 r. powołano Katedry Chemii Lekarskiej dla prowadzenia wykładów i zajęć w zakresie tzw. „chemii zjawisk życiowych”. W końcu XIX w. wybitni Polacy rozwijali badania biochemiczne również poza granicami kraju. Należeli do nich przede wszystkim M. Nencki pracujący najpierw w Bernie, a następnie w Petersburgu oraz L. Marchlewski, pracujący początkowo w Manchester, a od 1900 r. w Krakowie. Obaj uczeni wnieśli olbrzymi wkład do biochemii światowej dzięki badaniom nad hemoglobina i chlorofilem, a równocześnie wyszkolili kadry fachowców, którzy objęli placówki uniwersyteckie w kraju po odzyskaniu niepodległości w 1918 r. K. Funk, światowej sławy witaminolog, po raz pierwszy wykrystalizował aneurynę w 1912 r. i substancję tę nazwał witaminą (witamina B₁). Nazwa ta została powszechnie przyjęta i rozszerzona na wszystkie substancje tego typu, które w późniejszych latach zostały wyizolowane i zidentyfikowane przez różnych badaczy. Dzięki temu w latach międzywojennych biochemia polska utrzymywała stosunkowo wysoki poziom, a niektóre badania uzyskały rozgłos światowy. J. Parnas wprowadził po raz pierwszy w świecie radioaktywny fosfor ³²P do badania metabolizmu glukozy w mięśniach. W tym zakresie współpracował z G. Hevesym w Instytucie Nielsa Bohra w Kopenhadze, gdyż sam nie posiadał stosownego wyposażenia pracowni. Prace nad mechanizmem fosforolizy glikogenu i wytwarzaniem energii w mięśniach

prorowadzone także w innych ośrodkach europejskich, zapewniły jednak Parnasowi trwałą wkład do nauki światowej i znane są dziś w biochemii jako cykl Embdena—Meyerhoffa—Parnasa. S. Przyłęcki w Warszawie rozwijał owocne badania nad substancjami wielkocząsteczkowymi, głównie nad sympleksami białek z innymi związkami.

Po II wojnie światowej, mimo ogromnych strat jakie nasz kraj poniósł i w tej dziedzinie, biochemia w Polsce odbudowywała się dość szybko. Żywe zainteresowanie dynamicznie rozwijającymi się w tym czasie kierunkami badań biochemicznych za granicą, otwierającymi nowe perspektywy w medycynie, rolnictwie i przemyśle sprawiło, że w stosunkowo krótkim czasie, we wszystkich ośrodkach uniwersyteckich na terenie kraju powstały placówki prowadzące intensywne badania w zakresie biochemii, biofizyki i biologii molekularnej. Do szczególnych osiągnięć biochemii polskiej w latach powojennych należy zaliczyć: badania enzymologiczne z krystalizacją niektórych białek tkankowych (ośrodek wrocławski), badania w zakresie genetyki molekularnej i biosyntezy białka (Instytut Biochemii i Biofizyki PAN), badania nad strukturą kwasów nukleinowych (ośrodek poznański oraz Instytut Biochemii i Biofizyki PAN), badania nad regulacją skurczu włókna mięsnego oraz nad mechanizmem przemian energetycznych w komórce (Instytut Biologii Doświadczalnej PAN), badania w zakresie struktury białek i ich biologicznej funkcji oraz fotosyntezy (ośrodek krakowski) i badania w zakresie struktury przeciwciał (ośrodek wrocławski). Za uzyskane wyniki w powyższych dziedzinach przyznano naszym biochemikom szereg nagród państwowych i znaczących wyróżnień w kraju i zagranicą.

Szczególnego impetu badaniom biologiczno-molekularnym w Polsce nadał system koordynacji badań wprowadzony przed ośmiu laty. Nastąpiła przede wszystkim poważna integracja potencjału naukowego placówek PAN, placówek uniwersyteckich i instytutów resortowych. Dzięki tym nowym formom organizacyjnym szczególnie dobrze rozwinęła się w ubiegłym 5-leciu biochemia kwasów nukleinowych, genetyka molekularna, w mniejszym zakresie fizykochemia białek oraz wyjaśniono szereg związków pomiędzy przekazywaniem informacji genetycznej, a stanami fizjologicznymi i patologicznymi ustrojów wyższych i ludzi. W obecnym 5-leciu rozwinięto i wprowadzono do praktycznego zastosowania technikę inżynierii genetycznej oraz szereg technologii enzymatycznych, które w niedługim czasie powinny przynieść konkretne korzyści materialne. Chciałbym tu jednak podkreślić, że najlepszym wkładem do praktyki jest teoria rozwijana na wysokim poziomie i czym więcej uwagi poświęcimy w przyszłości badaniom podstawowym w tej dziedzinie, tym wcześniej i tym lepsze będziemy zbierać owoce.

Uzyskanie znaczącego postępu w spełnianiu przez biochemię roli integrującej wszystkie nauki biologiczne w naszym kraju będzie jednak zależeć od wielu czynników. Po pierwsze, niezbędne jest powszechne wprowadzenie do rozwiązywania współczesnych zagadnień podejścia i myślenia biologicznego. Po drugie, konieczna jest ścisła i harmonijna współpraca placówek biochemicznych z instytutami chemii i fizyki w celu lepszego wykorzystania aparatury i doświadczenia metodycznego zespołów tych dyscyplin. Obecny system koordynacji badań winien być lepszą platformą dla współpracy międzydyscyplinarnej niż jest to w rzeczywistości. Po trzecie, w najbliższym 5-leciu powinniśmy rozwinąć te dziedziny biochemii, które w naszym kraju są bardzo słabo reprezen-

towane, a są niezbędne dla prawidłowego rozwoju całej biochemii i jej efektywności praktycznej. Mam tu na myśli wirusologię molekularną, doświadczalną onkologię, immunochemię, endokrynologię, neurochemię, badania biochemiczne w zakresie produkcji pełnowartościowego białka oraz w zakresie molekularnego podejścia dla ochrony ludności i naturalnego środowiska. W powyższych dziedzinach brak nam dostatecznej ilości kadr specjalistów i odpowiednio wyposażonych laboratoriów. I wreszcie, niezbędnym staje się zrealizowanie w najbliższych latach kilku inwestycji budowlanych, a szczególnie Instytut Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie, uzupełnienie i odnowa aparatury badawczej w niektórych placówkach oraz zapewnienie niezbyt wysokich środków dewizowych dla systematycznych zakupów podstawowych materiałów, bez których niejednokrotnie nie można zrealizować nawet najbardziej racjonalnych planów badawczych.

25 LAT DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTU BIOCHEMII I BIOFIZYKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK*

W dniu 2 maja 1954 r. uchwałą Sekretariatu Naukowego Prezydium Polskiej Akademii Nauk utworzony został pierwszy załączek organizacyjny Instytutu — Zakład Biochemii PAN, którego kierownictwo powierzono czł. koresp. PAN prof. Józefowi Hellerowi.

Utworzenie Zakładu poprzedziły prace przygotowawcze prowadzone z inicjatywy i przy usilnych staraniach grupy biochemików skupionych w Komitecie Biochemii Polskiej Akademii Nauk. Biochemia decyzją Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego uzyskała wówczas oficjalnie status samodzielnej dyscypliny naukowej, niezbędnej dla rozwoju nauki i gospodarki kraju. Opracowane zostały pierwsze plany kształcenia i rozwoju badań naukowych w tej dziedzinie w celu nadrobienia ogromnych strat jakie poniosła w Polsce biochemia w wyniku wojny i wyrównania nie mniej dużych opóźnień w stosunku do badań na świecie, spowodowanych wieloletnią przerwą w badaniach w latach 40, kiedy dyscyplina ta przeżywała szczególnie szybki rozwój. Wprowadzenie metod izotopowych dawało wgląd w dynamikę przemian biochemicznych w organizmach przyspieszając poznanie szlaków metabolicznych i ich wzajemnych powiązań. Postępy w poznaniu budowy i funkcji białek i kwasów nukleinowych ściśle związane z wprowadzeniem wielu nowych fizykochemicznych metod instrumentalnych stwarzały podstawy do formowania się molekularnego nurtu badań w biologii. W tej sytuacji już w 1951 r. zapadła decyzja skoncentrowania wysiłków poprzez powołanie przy Państwowym Zakładzie Higieny w Warszawie Działu Biochemii, z którego miał się w przyszłości wyłonić centralny Instytut Biochemii. Organizację tej placówki podjął prof. Heller, kierownik katedry Chemii Fizjologicznej Akademii Medycznej w Warszawie. Powstanie Polskiej Akademii Nauk przesądziło o utworzeniu centralnej placówki biochemicznej w jej ramach organizacyjnych. Z chwilą powołania Zakładu Biochemii duża część współpracowników Działu Biochemii PZH zasilila go kadrowo. Poza Państwowym Zakładem Higieny szereg innych placówek warszawskich służyło bazą kadrową i lokalową dla Zakładu. Były to Zakłady Chemii Fizjologicznej i Mikrobiologicznej Akademii Medycznej oraz Zakład Biochemii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego. Pomocą swoją miały służyć przez pierwszych 10 lat istnienia Zakładu i Instytutu. Działło się to niewątpliwie za obopólną korzyścią. Większe zespoły badawcze, lepsze dzięki dotacjom PAN, ich materialne wyposażenie oraz udział pracowników PAN w kształceniu studentów zwiększały wydatnie potencjał naukowy i dydaktyczny macierzystych placówek uczelnianych.

* Referat wygłoszony przez Dyrektora Instytutu prof. dr. Kazimierza L. Wierzchowskiego na Sesji Rady Naukowej Instytutu poświęconej Jubileuszowi jego 25-lecia.

Zakład Biochemii w 1954 r. składał się z 5 pracowni: Biochemii Ewolucyjnej kierowanej przez prof. Irenę Mochacką, Immunochemii przez doc. Andrzeja Kozińskiego, Fizykochemii Biologicznej przez doc. Davida Shugara, Cytochemii przez doc. Aleksandra Szemberga oraz Biochemii Roślin przez prof. Ignacego Reifera. Dzięki naukowemu i organizacyjnemu oparciu o macierzyste laboratoria Zakład w stosunkowo krótkim czasie rozwinął się na tyle kadrowo, że Prezydium PAN uchwałą z dnia 10 stycznia 1956 r., zatwierdzoną w rok później przez Radę Ministrów, przekształciło go w Instytut Biochemii i Biofizyki.

Statut Instytutu przewidywał ... „objęcie działalnością badawczą całokształtu zagadnień naukowych w dziedzinie biochemii i biofizyki... opiekę nad rozwojem tych nauk w skali ogólnokrajowej, wprowadzenie nowoczesnych metod badawczych..., zwłaszcza metody izotopowej, do innych nauk biologicznych... oraz... kształcenie i doskonalenie kadr naukowych i ...sprawowanie na zlecenie odpowiednich władz ogólnego nadzoru naukowego nad pracami innych placówek nie należących do PAN”. Uchwała powołująca Instytut zobowiązywała Sekretarza Naukowego PAN do zapewnienia mu w 1956 r. tymczasowego lokalu i zabezpieczenia odpowiednich środków inwestycyjnych na budowę nowego pomieszczenia. Niestety Uchwała w tej części nie została w pełni zrealizowana do dnia dzisiejszego, opóźniając i ograniczając realizację statutowych zadań Instytutu. W momencie utworzenia Instytut liczył 30 pracowników naukowych, w tym 7 profesorów i docentów oraz ok. 15 pracowników technicznych i administracyjnych. Część istniejących pracowni przekształcona została w Zakłady. Pracownia Immunochemii otrzymała status Zakładu Biochemii Drobnoustrojów, którego kierownictwo w 1960 r. objął dotychczasowy opiekun naukowy pracowni, członek PAN, prof. Edmund Mikulaszek. Powstały wówczas nowe pracownie: Antybiotyków kierowanej przez prof. Tadeusza Korzybskiego oraz Biochemii Makromolekularnej (doc. Mański). Przystąpił do organizacji Zakładu Biochemii Klinicznej w Gdańsku przy tamtejszej Akademii Medycznej prof. Włodzimierz Mozołowski. W roku 1959 powstała pierwsza pracownia Biochemii Patologicznej. Zdawało się wówczas, że Instytut będzie mógł tworzyć pozawarszawskie filie, by tą drogą środki przeznaczane na szybszy rozwój biochemii docierały również do innych ośrodków naukowych w kraju. Wychodząc z tych założeń w 1960 r. utworzona została w Poznaniu Pracownia Biochemii i Struktury Alkaloidów pod kierownictwem prof. Macieja Wiewiórowskiego. Niestety miało się niebawem okazać, że zbyt szczupłe środki nie pozwolą na rozwój oddziałów, liczebność ich nie przekroczy kilku osób personelu naukowego i w rezultacie po kilku latach działalności przekazane zostaną Akademii Medycznej w Gdańsku i Poznańskiemu Oddziałowi Instytutu Chemii Organicznej PAN.

W pierwszym dziesięcioleciu działalności prace badawcze Instytutu problemowo blisko były związane z pracami macierzystych laboratoriów. Wyrastały one z tradycji i doświadczenia naukowego kierowników Zakładów i Pracowni ukształtowanych jako samodzielnych badaczy jeszcze w okresie przedwojennym lub bezpośrednio po wojnie. Skupiały się one wokół zagadnień metabolizmu owadów, metabolizmu azotowego roślin, biochemii i immunochemii drobnoustrojów, fotobiologii i enzymatyki kwasów nukleinowych. W miarę naukowego i organizacyjnego usamodzielniania się zespołów badawczych, dorastania pierwszego pokolenia wychowanków Instytutu do samodzielnej pracy, problematyka ta ulegała

stopniowo ewolucji zgodnie z tendencjami rozwoju nauki w tych dziedzinach, pojawiały się nowe wątki badawcze logicznie wynikające z postępu prac.

W krótkim, okolicznościowym referacie trudno oczywiście przedstawić nawet w największym uproszczeniu zakres prac i osiągnięcia badawcze na przestrzeni 25 lat tak dużej placówki jaką jest obecnie Instytut. Ograniczę się zatem do ogólnej charakterystyki głównych kierunków badawczych, których ewolucja doprowadziła do ukształtowania się obecnego profilu naukowego Instytutu.

W dziedzinie biochemii rozwoju osobniczego owadów badania prof. Hellera i jego szkoły przyniosły wszechstronny opis metabolizmu fosforowego, przemiany cukrowej i nukleinowej u motyla wilczomlecza. Stały się też punktem wyjścia do dalszych badań, m.in. prac nad wpływem promieniowania jonizującego na owady, rolą układu cholinergicznego w regulacji procesów transkrypcji i translacji informacji genetycznej i udziału hormonów w regulacji tych procesów, a także do prac dotyczących hormonalnej regulacji metabolizmu białek w różnych stadiach rozwojowych owadów. Na gruncie badań nad metabolizmem owadów rozwinęły się prace, przedwcześnie zmarłej w 1965 r., doc. Ludmiły Szarkowskiej i jej współpracowników dotyczące roli chinonów w oddychaniu komórkowym. Doprowadziły one do określenia roli ubichinonu jako koenzymu dehydrogenaz związanych z transportem elektronów w procesach oddychania u drobnoustrojów i w tkankach zwierzęcych. Z prac nad przemianą fosforową u owadów wynikły wreszcie sięgające po dzień dzisiejszy systematyczne badania biosyntezy fosfolipidów a następnie ich udziału jako koenzymów w procesach glikozylacji białek i syntezy polisacharydów ścian komórek bakteryjnych i zwierzęcych.

Badania w dziedzinie metabolizmu azotowego roślin, zainicjowane przez prof. Ignacego Reifera, w pierwszym okresie dotyczyły występowania i analityki alkaloidów łubinu. Z chwilą włączenia się w prace Zakładu Biochemii Roślin prof. Wiewiórowskiego ze współpracownikami rozszerzone one zostały na badania biosyntezy i budowy chemicznej szeregu alkaloidów tej grupy. Drugim kierunkiem w tej dziedzinie były pod wielu względami pionierskie prace nad przemianą aminokwasów cyklu ornitynowego u roślin, zakończone na przełomie lat 60 i 70. Wykazały one występowanie tego cyklu u roślin wyższych, przyniosły charakterystykę wszystkich enzymów z nim związanych, poznanie szeregu nowych mechanizmów syntezy związków pośrednich i końcowych oraz ich regulacji przez naturalne inhibitory. Na początku lat 60 podjęte zostały badania procesów syntezy i degradacji zasad pirymidynowych w tkankach roślinnych. Wykazano, że przebiegają one w zasadzie podobnymi torami jak u drobnoustrojów i zwierząt. Jednakże specyfika przemiany materii ustroju roślinnego, uwarunkowana jego autotrofizmem, znajduje odbicie w znamiennej różnorodności alternatywnych rozwiązań niektórych stadiów syntezy. W latach 70 badania te stały się punktem wyjścia do szeroko zakrojonych prac nad biosyntezą kwasów nukleinowych u roślin w celu poznania kolejności wznawiania procesów syntezy RNA, DNA i białek w trakcie różnicowania się komórek w kiełkującym nasieniu, a także ich hormonalnej regulacji.

Prace w zakresie biochemii i immunochemii drobnoustrojów początkowo nawiązywały do badań metabolizmu drobnoustrojów z rodzaju *Mycobacterium*, w zespole doc. Kozińskiego zajmowano się syntezą i charakterystyką działania antygenów bakteryjnych skierowanych prze-

ciwko fagom lizogennym, prace prof. Mikulaszka przyniosły wyjaśnienie budowy chemicznej antygenów powierzchniowych różnych gatunków bakterii *Salmonella* i lepsze poznanie immunologicznego zróżnicowania w obrębie tego rodzaju. Podjęte zostały również wówczas badania mechanizmu transformacji u paciorkowców. Były one później kontynuowane w innym zespole z punktu widzenia mechanizmów pobierania DNA przez komórki i losów pobranego DNA.

Zainicjowane przez prof. Davida Shugara w połowie lat 50 badania fotochemicznych uszkodzeń kwasów nukleinowych, jako podłoża potencjalnie mutagennych zmian wywoływanych w komórkach przez promieniowanie nadfioletowe, miały w dużym stopniu pionierski charakter. Kontynuowane przez wiele lat przyczyniły się do pełnego scharakteryzowania reakcji fotohydratacji i fotodimeryzacji zasad pirymidynowych i określenia ich znaczenia w procesie mutagenyzy. Odkryte zostały nowe typy reakcji fotochemicznych pirymidyn. W następnych latach prace te zostały rozszerzone na badania radiochemicznych i chemicznych, potencjalnie mutagennych uszkodzeń aparatu genetycznego komórek, a także mechanizmów ich enzymatycznej naprawy. Równoległe z tymi badaniami pod kierunkiem prof. Shugara podjęto jeden z pierwszych na świecie programów syntezy modelowych kwasów nukleinowych i odpowiednio modyfikowanych chemicznie elementów ich budowy — nukleozydów. Pozostawał on w ścisłym związku z badaniami molekularnych mechanizmów mutagenyzy fotochemicznej i chemicznej. Zmierzał on jednocześnie do wyjaśnienia fizykochemicznych i chemicznych przyczyn zróżnicowania właściwości konformacyjnych kwasów rybo- i dezoksyrybonukleinowych. Już na początku lat 60 udało się doświadczalnie potwierdzić słuszność hipotezy Cricka i Watsona dotyczącej sposobu parowania się w DNA zasad tyminy i adeniny. W latach następnych badania te wniosły wiele do poznania roli grup 2'-hydroksylowych rybozy w kwasach rybonukleinowych i podstawników metylowych pirymidyn w przestrzennej organizacji kwasów nukleinowych. Na gruncie tych badań rozwinęły się biofizyczne prace w dziedzinie elektronowo wzbudzonych stanów zasad pirymidynowych oraz oddziaływań międzycząsteczkowych stabilizujących uporządkowane struktury kwasów nukleinowych i decydujących o ich preferencji do występowania w formie struktur helikalnych. Stały się one wreszcie punktem wyjścia do badań nad syntezą i właściwościami przeciwwirusowymi i przeciwnowotworowymi chemicznie modyfikowanych nukleozydów. Inny wątek badawczy, zainicjowany również przez prof. Shugara i kontynuowany z powodzeniem po dzień dzisiejszy, obejmuje zagadnienia enzymatyki kwasów nukleinowych — opracowanie nowych, specyficznych metod oznaczania enzymów nukleolitycznych a zwłaszcza metod ich lokalizacji i różnicowania w tkankach zwierzęcych i roślinnych. Należy w tym miejscu przypomnieć, że w 1966 r. prace prof. Shugara wyróżnione zostały indywidualną Nagrodą Państwową.

Również bardzo wcześnie, bo już w połowie lat 50, podjęte zostały w Instytucie badania w dziedzinie biosyntezy białka. Początkowo dotyczyły one aktywacji aminokwasów i pochodzenia niskocząsteczkowych nukleopeptydów wykrytych w cytoplazmie komórek zwierzęcych. W pierwszej połowie lat 60, niemal równoległe z analogicznymi pracami na świecie, podjęto badania różnych aspektów niezwykle złożonego mechanizmu biosyntezy i regulacji białek w układach bezkomórkowych. Prace dotyczące specyficzności transportujących aminokwasy RNA niebawem

potwierdziły słuszność adaptorowej hipotezy Cricka. Trudności napotkane w realizacji prawidłowej translacji RNA z gruczołów przednich jedwabnika morwowego w bakteryjnym układzie biosyntezy białka wskazały na odrębność mechanizmów regulacji tego procesu organizmów eukariotycznych. W następnych latach prowadzone były prace dotyczące regulacji translacji RNA wirusów bakteryjnych a następnie wirusów roślinnych w bezkomórkowych układach biosyntezy białka wyizolowanych z materiału roślinnego i zwierzęcego. W roku 1978 przyniosły one prof. Przemysławowi Szafrąnskiemu wraz z zespołem Zakładu Biosyntezy Białka Nagrodę Państwową I stopnia.

Szerokie wykorzystanie technik izotopowych w badaniach Instytutu pozwalało problemowo i metodycznie nawiązywać do nowoczesnej biochemii dynamicznej. Instytut był współorganizatorem razem z Instytutem Badań Jądrowych pierwszego w Polsce kursu zastosowań izotopów w biologii, przeprowadzonego w 1955 r. pod kierunkiem prof. Shugara. Wielokrotnie prace wykonane w Instytucie były potem wyróżniane nagrodami naukowymi Państwowego Komitetu ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Atomowej za osiągnięcia w stosowaniu technik izotopowych i radiobiologicznych.

Szybkie postępy prac badawczych i w krystalizowaniu się nośnej naukowo ich problematyki stwarzały podstawy do kształcenia młodej kadry naukowej dla potrzeb placówki. W latach 1954—63 20 biochemików i biofizyków otrzymało stopnie naukowe doktora nauk przyrodniczych, kilku pierwszych wychowanków Instytutu uzyskało status samodzielniego pracownika naukowego. Dobry poziom prac badawczych ułatwiał nawiązywanie kontaktów naukowych z laboratoriami zagranicznymi, w których dokonywał się wówczas główny postęp nauki. Kontakty te otwierały możliwości dalszego, specjalistycznego kształcenia młodych doktorów w najlepszych laboratoriach biochemicznych. Na przełomie lat 50 i 60 dziesięciu pierwszych pracowników Instytutu odbyło roczne staże podoktorskie w takich laboratoriach w USA, Anglii, Szwajcarii i Szwecji. Mieli oni objąć niebawem kierownicze stanowiska naukowe w Instytucie. Kontakty te wywarły poważny wpływ na kształtowanie się nowoczesnej problematyki naukowej Instytutu w następnych latach. Stały się również punktem wyjścia do stale rozszerzającej się współpracy i wymiany myśli naukowej z nauką na całym świecie.

Zasadnicze znaczenie dla dalszego rozwoju Instytutu, a zwłaszcza ukształtowania się jako organizacyjnie niezależnej placówki o własnym profilu badawczym, odpowiadającym jej statutowej roli, było otrzymanie na przełomie lat 1963/64 tymczasowej siedziby w gmachu przy ul. Rakowieckiej 36. Brak wspólnego lokalu utrudniał współpracę poszczególnych Zakładów i integrację naukową Instytutu. Uniemożliwiał również dalszy wzrost kadrowy i podjęcie w szerszym zakresie szkolenia młodych biochemików. Stanowiło to przedmiot szczególnej troski kierownictwa i Rady Naukowej Instytutu. W styczniu 1959 r. Rada podjęła dramatyczną uchwałę adresowaną do władz PAN, w której apelowała o stworzenie warunków dla dalszego rozwoju placówki i polskiej biochemii wskazując, że brak własnego lokalu ogranicza jej działalność i stwarza wśród współpracowników nastroje niepewności, grożące zaprzestaniem dotychczasowego dorobku Instytutu. Apel ten znalazł zrozumienie u ówczesnych władz, gdyż już w kwietniu tego roku prof. Heller mógł Radzie Naukowej przedstawić plan adaptacji administra-

cyjnego budynku przy ul. Rakowieckiej 36 przeznaczonego na siedzibę Instytutu. W cztery lata później pierwsze jednostki organizacyjne Instytutu zaczęły zasiedlanie budynku. Rozproszone w kilku miejscach w Warszawie Zakłady i Pracownie znalazły się pod wspólnym dachem, można było stworzyć skromne, własne zaplecze techniczne i magazynowe. Tymczasowa siedziba miała się okazać rozwiązaniem trwałym na przynajmniej następne dwudziestolecie, hamując w latach 70 dalszy rozwój Instytutu, uniemożliwiając prawidłową organizację i techniczne wyposażenie warsztatu pracy odpowiadające potrzebom placówki biologii molekularnej. W latach 60 jednak otrzymanie jej przyniosło istotny rozwój naukowy i organizacyjny Instytutu, zapoczątkowywało procesy wewnętrznej integracji i stwarzało lepsze przesłanki do wywiązywania się Instytutu ze statutowych obowiązków.

Poprawa warunków lokalowych pozwoliła na przeniesienie w 1964 r. z Instytutu Matki i Dziecka w Warszawie zespołu prof. Grzegorza Bagdasarjana, wyspecjalizowanego w biochemicznych badaniach regulacji metabolizmu drobnoustrojów. Zespół ten, kierowany od 1973 r. przez prof. Tadeusza Kłopotowskiego nadał nowy, współczesny kierunek badaniom Zakładu Biochemii Drobnoustrojów, rozwijając prace z zakresu biochemicznej i genetycznej kontroli replikacji DNA i podziałów komórkowych u bakterii jelitowych z rodzaju *Salmonella typhimurium* i *Escherichia coli*. W szczególności przedmiotem wieloletnich badań wnoszących wiele nowych elementów poznawczych, stały się prace dotyczące regulacji metabolizmu D-aminokwasów i aminokwasów siarkowych. Ostatnio coraz więcej uwagi pochłaniają badania regulacji procesów naprawy uszkodzeń DNA oraz odcinkowych mutacji wywołanych reorganizacją dużych obszarów chromosomu bakteryjnego.

Innym krokiem organizacyjnym, który poważnie wpłynął na ukształtowanie się obecnego profilu naukowego Instytutu, było włączenie do niego w 1967 r. Zakładu Genetyki Ogólnej PAN, kierowanego przez czł. rzecz. PAN prof. Wacława Gajewskiego, połączone z objęciem przez niego kierownictwa Instytutu po przechodzącym na emeryturę prof. Hellerze. W latach 60 dzięki coraz szerszemu stosowaniu biochemicznych i genetycznych metod w badaniach funkcjonalnej organizacji genomu i regulacji funkcji fizjologicznych komórek formował się współczesny nurt badań genetyki molekularnej. Połączenie obu placówek odpowiadało zatem w pełni ich potrzebom naukowym, jak i tendencjom rozwojowym reprezentowanym przez nie dyscyplin.

Zakład Genetyki Ogólnej powstał jako samodzielna placówka w 1960 roku na bazie Pracowni Systematyki Eksperymentalnej Zakładu Genetyki Roślin PAN, utworzonej przez prof. Gajewskiego jeszcze w 1954 r. W momencie włączenia go do Instytutu Zakład liczył 10 pracowników naukowych, w tym 2 profesorów i 6 własnych wychowanków ze stopniem naukowym doktora. Legitymował się znacznym, oryginalnym dorobkiem naukowym w dziedzinie determinacji płci u roślin wyższych i mechanizmów rekombinacji genetycznej u grzybów. Dorobek ten stawiał go w rzędzie najlepszych krajowych placówek podstawowej genetyki. Powiązanie Zakładu ze środowiskiem biochemicznym Instytutu przyczyniło się do stopniowego przestawienia problematyki Zakładu w kierunku genetyki biochemicznej i molekularnej prostych organizmów eukariotycznych. Podjęte zostały badania mutagenety, mechanizmów naprawy DNA i regulacyjnych aspektów biogenezy u drożdży oraz regulacji metabolizmu aminokwasów siarkowych u grzybów i drożdży. Uzupełniają

one w sposób komplementarny analogiczne badania u bakterii prowadzone przez inne zespoły Instytutu. W roku 1977 prof. Gajewski otrzymał Nagrodę Państwową pierwszego stopnia za swój wkład w rozwój i osiągnięcia tych badań.

Włączenie do Instytutu zespołu Zakładu Genetyki niewątpliwie ułatwiło i przyspieszyło wprowadzanie myśli genetycznej i metod genetycznych do badań innych zespołów naukowych. W rezultacie, na początku lat 70 ukształtował się w dużej mierze obecny profil naukowy Instytutu jako placówki głównego nurtu biologii molekularnej specjalizującej się w budowie i organizacji aparatu genetycznego komórek i regulacji funkcji genów. W badaniach tych coraz większy udział mają prace dotyczące organizmów wyższych. Od dwóch lat prowadzone są przygotowawcze prace metodyczne zmierzające do zastosowania w tych badaniach technik inżynierii genetycznej.

Mimo otrzymania własnego lokalu sytuacja materialna Instytutu przez wiele lat daleko odbiegała od potrzeb placówki. Dopiero w 1967 r., w 13 roku swojej działalności, Instytut otrzymał po raz pierwszy poważniejsze środki inwestycyjne pozwalające na wyposażenie go w podstawową aparaturę naukową, odpowiadające ówczesnemu średniemu poziomowi wyposażenia laboratoriów biochemicznych w krajach podobnie rozwiniętych gospodarczo. Zwiększyło to swobodę wyboru kierunków badawczych, umożliwiło podjęcie prac odpowiadających swoim poziomem metodycznym współczesnemu stanowi zaawansowania badań w szeregu działach biologii molekularnej.

Ta wyraźna poprawa wyposażenia laboratoryjnego pozwoliła też na lepsze wykorzystanie szybko rosnącego potencjału naukowego Instytutu dla kształcenia kadry naukowej w oparciu o nowoczesny warsztat badawczy. W roku 1969 otwarte zostało Studium Doktoranckie w zakresie biochemii, biofizyki i genetyki molekularnej (w części biochemicznej organizacyjnie wspólnie z Instytutem Biologii Doświadczalnej PAN). Na Studium to przyjęliśmy dotychczas w Instytucie 50 uczestników. Spośród nich 20 uzyskało stopnie naukowe doktora a dalszych dwudziestu ukończy je w bieżącym roku. W latach 1970—74 prowadziliśmy również Studium Doktoranckie dla pracujących w instytutach resortowych. W następnych latach wobec braku kandydatów zostało ono jednak zawieszone.

W okresie ostatnich 15 lat wykonanych zostało w Instytucie łącznie w trybie asystentury i studiów doktoranckich ponad 100 prac doktorskich, tj. 5-krotnie więcej niż w ciągu pierwszego dziesięciolecia działalności Instytutu. W tym samym czasie stopnie naukowe doktora habilitowanego uzyskało 7-krotnie więcej osób, dotychczas łącznie 32 pracowników.

Z chwilą wprowadzenia na początku lat 70 przedmiotowego systemu finansowania badań Instytut o wyraźnie ukształtowanym już profilu badawczym, dysponując odpowiednio wyposażonym warsztatem pracy i dobrze przygotowaną, liczną kadrą naukową (ok. 80 pracowników naukowych, w tym 15 profesorów i docentów), legitymującą się poważnym dorobkiem naukowym utrwalonym w ponad 600 opublikowanych oryginalnych artykułach naukowych, mógł podjąć się zaproponowania, organizacji i koordynacji w skali całego kraju programu badań molekularnych podstaw genetyki. W latach 1971—1975 przy współpracy Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN oraz Zakładu Genetyki Roślin PAN Instytut koordynował problem węzłowy „Badania nad

informacją genetyczną drobnoustrojów, u roślin i zwierząt". Obecnie problem ten jest kontynuowany pod nieco zmienionym tytułem „Molekularne podstawy procesów życiowych u drobnoustrojów i w organizmach wyższych” skupiając praktycznie cały liczący się w tej dziedzinie potencjał naukowy wyższych uczelni, placówek PAN i instytutów Ministerstwa Zdrowia (łącznie ok. 50 zespołów badawczych i ok. 700 pracowników zatrudnionych przy jego realizacji). Współpracują z nami przy jego koordynacji Zakład Genetyki Człowieka PAN, Instytut Mikrobiologii Uniwersytetu Warszawskiego i Instytut Biologii Molekularnej Uniwersytetu Śląskiego.

Realizacja tego programu, zgodnie z opinią całego środowiska naukowego, przyczyniła się wyraźnie do podniesienia poziomu naukowego całej tej dziedziny badań w Polsce, zwiększenia wzajemnej współpracy placówek, przyspieszenia kształcenia kadry naukowej i podniesienia poziomu krytyki naukowej. Podniesienie się poziomu biochemii i genetyki molekularnej miało niewątpliwie istotny wpływ na intensyfikację przekazywania wiedzy ogólnej i wyników badań szczegółowych do stosowanych nauk biologicznych, medycznych i szeroko pojętych rolniczych.

Ważnym elementem realizacji programu badawczego, decydującym w istotny sposób o jego sukcesach i wynikach, jest również szeroka współpraca naukowa Instytutu z zagranicznymi laboratoriami. Obejmuje ona wiele najlepszych ośrodków na świecie, m.in. Uniwersytety w USA: Stanford, Berkeley, Harvard, Wisconsin, Miejski Nowojorski, Instytuty Narodowej Fundacji Zdrowia w Bethesda, Instytuty Biologii Molekularnej, Biofizyki Molekularnej i Genetyki CNRS we Francji, Instytuty Biologii Molekularnej, Genetyki, Biofizyki i Białka Akademii Nauk ZSRR, szereg instytutów Maxa-Plancka w RFN, Biozentrum Uniwersytetu w Bazylei, Instytut Rega Uniwersytetu Louvain w Belgii, Instytut Biochemii Uniwersytetu Wiedeńskiego i wiele innych. Jedną z najbardziej owocnych form tej współpracy są długoterminowe staże podoktorskie. Poza aspektem szkoleniowym umożliwiają one uczestnictwo w najbardziej zaawansowanych badaniach blisko związanych z pracami Instytutu, wymianę doświadczeń metodycznych i dostęp do unikalnej aparatury, której Instytut dotąd nie posiada. Ich następstwem są robocze i informacyjne kontakty a niejednokrotnie również konkretna współpraca. Ilustracją tej współpracy jest rosnąca z roku na rok liczba wspólnie ogłaszanych prac. Staże naukowe spełniają poza tym w niemałym stopniu to, czego oczekuje się od wymiany kadry naukowej w placówce — możliwość sprawdzenia się w nowym, wymagającym środowisku, wykorzystanie jego doświadczenia naukowego i konfrontacji intelektualnej. Toteż staż taki jest nieodłącznym elementem przygotowania młodych pracowników naukowych w Instytucie. W rezultacie dotychczas ok. 80% spośród wszystkich obecnych naszych współpracowników ma za sobą przynajmniej jeden roczny lub nawet dwuletni pobyt naukowy w którymś z czołowych laboratoriów swojej specjalności. W miarę naszych nader skromnych możliwości lokalowych przyjmujemy również w każdym roku kilku stażystów z zagranicy na krótsze lub dłuższe pobyty, coraz częściej wynikające z dwustronnych porozumień o współpracy. Wyrazem intensywności kontaktów naukowych jakie utrzymujemy z całym światem jest liczba realizowanych średnio w każdym roku naukowych, konferencyjnych, szkoleniowych i organizacyjnych wyjazdów, zbliżona do liczby zatrudnionych pracowników naukowych. W każdym roku przyj-

mujemy w Instytucie podobną liczbę gości z zagranicy. Część ich przyjeżdża na organizowane przez nas lub współorganizowane z innymi placówkami konferencje naukowe i szkoleniowe o ogólnokrajowym charakterze. Instytut koordynuje bowiem szereg programów współpracy z krajami socjalistycznymi: program badań biofizycznych krajów RWPG, współpracę Akademii Nauk w dziedzinie genetyki molekularnej drobno-ustrojów i biologii molekularnej kwasów nukleinowych. Organizowana systematycznie wraz z Instytutem Biologii i Biofizyki AR Wrocław od ponad 5 lat Międzynarodowa Zimowa Szkoła „biofizyki transportu przez błony komórkowe” stała się ważną imprezą naukową wysoko ocenianą przez słuchaczy i wykładowców.

Instytut dzięki swoim osiągnięciom naukowym jest dzisiaj liczącą się częścią międzynarodowej wspólnoty uczonych.

Współuczestnictwo w realizacji naukowego programu problemów węzłowych, połączone z sukcesami w szkoleniu umożliwiło Instytutowi wzrost kadrowy do granic określonych obecnymi warunkami lokalowymi. Instytut dysponuje obecnie liczną i dobrze wyszkoloną kadrą naukową: 31 samodzielnych pracowników naukowych, wśród nich 12 profesorów, 10 docentów i 9 adiunktów ze stopniem naukowym doktora habilitowanego, oraz 52 adiunktów i starszych asystentów ze stopniem naukowym doktora. Łącznie w pionie naukowym zatrudnionych jest 93 pracowników naukowych, 48 naukowo-technicznych i 14 pracowników technicznych. Ponadto aktualnie 20 uczestników Studium Doktoranckiego wykonuje swoje prace doktorskie. W części administracyjno-gospodarczej pracuje 13 pracowników technicznych i 27 administracyjnych.

Niestety problem przepływu kadr, jeden z nierozwiązanych dotychczas trudnych problemów polskiej nauki, dotyczy nas w całej pełni. Wprawdzie ok. 1/3 wszystkich wyszkolonych przez nas doktorów pracuje poza Instytutem, jednakże w ostatnich kilku latach szanse znalezienia pracy przez absolwentów naszego Studium Doktoranckiego szybko maleją. Dotyczy to jeszcze w większym stopniu pracowników ze stopniem doktora habilitowanego, w przypadku których szereg istotnych, powszechnie znanych, pozanaukowych czynników ogranicza możliwość przyjęcia napływających od czasu do czasu propozycji zmiany pracy. Kształciliśmy intensywnie młodzież w ostatnim dziesięcioleciu wobec, jak się zdawało, bliskiej perspektywy rozpoczęcia budowy własnego gmachu i przewidywanego dalszego rozwoju Instytutu. Szybki wzrost liczby samodzielnych pracowników naukowych przy praktycznie niezmiennym poziomie zatrudnienia i braku wymiany kadry grozi jej starzeniem się, kurczeniem zespołów naukowych, obniżaniem skali podejmowanych programów badawczych i nastrojami frustracji wśród młodych, zdolnych badaczy pozbawionych perspektywy tworzenia własnych warsztatów naukowych.

Narasta również ostro problem niewystarczającego wyposażenia Instytutu w aparaturę naukową. Wprawdzie dzięki środkom inwestycyjnym, otrzymanym na te cele z racji udziału w realizacji problemów węzłowych w latach 70, udało się nam utrzymać do niedawna stan ilościowego wyposażenia placówki w aparaturę podstawową, jednakże wobec znacznego przyrostu w tym czasie liczby pracowników i doktorantów wzrósł poważnie wskaźnik jej obciążenia. Nakłady inwestycyjne w przeliczeniu na 1 pracownika naukowego nawet w najlepszych latach nie osiągnęły poziomu z 1967 r. pozostając raczej na poziomie lat 60. Posiadana aparatura naukowa cechuje się w rezultacie znacznym stopniem zużycia

moralnego i technicznego. Unikalnej aparatury, niezbędnej zwłaszcza w biofizycznych badaniach struktur i dynamiki cząsteczek białek i kwasów nukleinowych, Instytut dotychczas się niestety nie dorobił. W rezultacie, trwały majątek netto Instytutu nie przekracza obecnie 15 mln złotych, co daje w przeliczeniu na 1 pracownika naukowego ok. 150 000 zł. Jak na dziedzinę, której poziom finansowania porównuje się w świecie z fizyką jądrową, jest to wskaźnik niezwykle niski. Obecny poziom przyznawanych limitów dewizowych nie wystarcza nawet na utrzymanie posiadanego sprzętu w należytym stanie technicznym i wyposażenia go w używające się akcesoria.

Wyniki badań naukowych, wychowanie licznej i wysoko wykwalifikowanej kadry naukowej, wyszkolenie wielu doktorów dla innych placówek naukowych, duże zaangażowanie w organizację i koordynację ogólnokrajowych programów naukowych i współpracy naukowej z zagranicą, spełnianie roli konsultanta w szeregu dziedzinach stosowanych nauk biologicznych, wreszcie stały udział wielu współpracowników Instytutu w kształceniu studentów warszawskich uczelni, świadczą niewątpliwie o wywiązywaniu się Instytutu ze swoich statutowych zadań.

Osiągnięcia te uzyskane zostały w bardzo trudnych i szybko pogarszających się w ostatnich latach warunkach lokalowych. Nieprzystosowanie pomieszczeń do potrzeb współczesnej placówki biologii molekularnej, brak odpowiedniego zaplecza technicznego, nadmierne zatłoczenie powierzchni laboratoryjnej i pogarszający się stan technicznego wyposażenia budynku powodują granicznie trudne warunki zdrowotne, budzące poważne zaniepokojenie pracowników i kierownictwa Instytutu oraz uniemożliwiają prawidłową organizację pracy. Wszyscy oczekujemy więc z wielką nadzieją spełnienia w bieżącym roku obietnic władz Polskiej Akademii Nauk podjęcia od dawna przygotowanej budowy odpowiednio zaprojektowanego dla naszych potrzeb budynku. Wiele naszych zamierzeń naukowych, zwłaszcza w tak ważnej dziedzinie jak inżynieria genetyczna i jej zastosowania w poznaniu organizacji i regulacji funkcji fizjologicznych komórek zwierzęcych i roślinnych, jest uwarunkowane otrzymaniem przystosowanych do tych prac pomieszczeń, zaprojektowanych w przyszłym budynku.

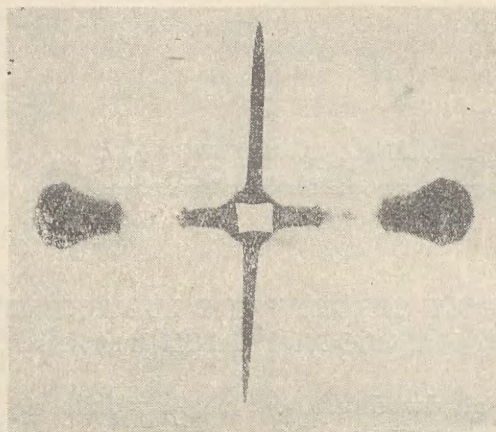
NIEPRAWIDŁOWOŚCI STRUKTURY I METABOLIZMU KOLAGENU W PATOLOGII TKANKI ŁĄCZNEJ

W ciągu ostatnich dwudziestu lat nagromadziło się wiele informacji, które pozwalają dostatecznie głęboko wnikać w budowę kolagenu, poznać etapy jego biosyntezy i regulacji oraz zidentyfikować ich zaburzenia leżące u podstaw szeregu schorzeń tkanki łącznej.

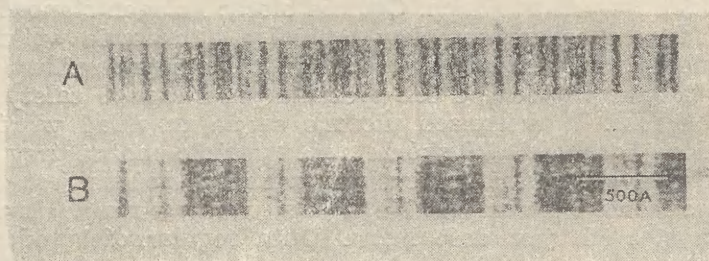
Wśród białek organizmu zwierzęcego kolagen zajmuje miejsce szczególne. Jest on najważniejszym składnikiem tkanki łącznej i występuje we wszystkich innych tkankach. Ogólnie biorąc kolagen stanowi ok. 30% wszystkich białek organizmu. Jest to białko o budowie włókienkowej. Włókna kolagenu mają różną grubość, od ok. 4 nm (mikrofibryle) do kilkuset μm (wiązki włókien), a ich ułożenie przestrzenne zależy w dużej mierze od tkanki. W ścięgnach ułożone są na przykład w równoległe wiązki o dużej grubości. W skórze zaś wyróżnić można trzy warstwy włókien spletanych w sieć. Wierzchnia warstwa złożona jest z włókien cienkich, środkowa z grubszych. Najgłębsza warstwa ma włókna o różnej grubości, a sieć ich jest dość luźna. Dużą regularnością odznacza się budowa przestrzenna włókien kolagenu w twardówce oka. Zbudowana jest ona z szeregu warstw włókien równoległych, z których każda następna przekręcona jest w stosunku do poprzedniej o około 90° . W kości kolagen ułożony jest w sieciach równoległych do kierunku wzrostu kości.

Ta różnorodność architektury przestrzennej włókien i ich grubości decyduje o funkcji spełnianej przez kolagen. Polega ona najogólniej mówiąc na utrzymaniu kształtu przestrzennego tkanki i umożliwieniu spełniania jej funkcji mechanicznych. Włókna kolagenowe cechuje przede wszystkim duża wytrzymałość na rozciąganie. Wynika ona z charakterystycznej dla kolagenu budowy molekularnej jego cząsteczek jak i ich powiązania w struktury nadmolekularne, we włókna.

O regularności budowy włókien kolagenowych można się przekonać oglądając obrazy włókien w mikroskopie elektronowym. W pierwszym przypadku regularność rozproszenia wskazuje na symetryczność przestrzennej sieci budowy włókna o określonych parametrach charakterystycznych dla siatki krystalicznej. W drugim przypadku na regularność budowy wskazuje charakterystyczne prążkowanie poprzeczne włókien. Włókna wybarwiane negatywowo mają dwa prążki, jasny i ciemny, powtarzające się na przemian co 67 nm. Włókna wybarwiane techniką pozytywową mają w takimże samym odcinku 67 nm prążków 12, przy czym nie są one rozmieszczone symetrycznie. Informacje te w powiązaniu z ustaleniem sekwencji aminokwasów w cząsteczce kolagenu przyczyniły się do ustalenia, w jaki sposób z pojedynczych cząsteczek tworzy się mikrofibryla kolagenowa, najmniejsze włókno tego białka.



Rys. 1. Obraz rozproszenia promieniowania rentgenowskiego na włóknie kolagenowym



Rys. 2. Obraz włókna kolagenowego uzyskany z mikroskopu elektronowego.
A — włókno natywne wybarwiane pozytywowo, B — włókno natywne wybarwiane negatywowo

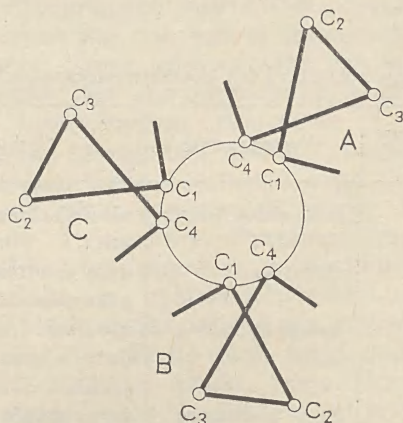
BUDOWA CZĄSTECZKI KOLAGENU

Rozszyfrowanie budowy włókien kolagenowych, stworzenie modelu cząsteczkowego i poznanie jego interakcji, które decydują o kształcie polimeru rozpoczęło się w latach 50, kiedy Ramachandran wychodząc ze składu aminokwasowego kolagenu i badań rozproszenia rentgenowskiego, przedstawił na podstawie rozważań teoretycznych model cząsteczki kolagenu, który w swoim głównym kształcie i cechach aktualny jest do dziś.

Skład aminokwasowy kolagenu, decydujący o jego budowie molekularnej, cechują dwa fakty: około jedną trzecią wszystkich aminokwasów stanowi glicyna, aminokwas o najprostszej budowie i ok. 25% — prolina i hydroksyprolina, iminokwasy pierścieniowe. Te ostatnie, wbudowane w łańcuch peptydowy ograniczają swobodę obrotu wokół wiązania peptydowego, co powoduje znaczne usztywnienie struktury łańcucha polipeptydowego.

Cząsteczka kolagenu zbudowana jest z trzech oddzielnych łańcuchów polipeptydowych, z których każdy zawiera ok. 1000 aminokwasów. Łań-

cuchy polipeptydowe kolagenu, zwane też łańcuchami α , przyjmują w stanie natywnym w głównej swojej części strukturę lewoskrętnego heliksu. Krótkie końcowe odcinki, zwane niekiedy telopeptydami, nie tworzą heliksu. Różnią się one od części helikalnej nieregularnością rozmieszczenia w nich glicyny. W heliksie glicyna zajmuje dokładnie co trzecią pozycję. Stąd też jego budowę można przedstawić jako polimer trójpeptydu Gly-X-Y. Aminokwasy hydroksylowane, hydroksyprolina i hydroksylizyna, zajmują w tym trójpeptydzie pozycję Y, prolina głównie pozycję X, chociaż niekiedy również pozycję Y.



Rys. 3. Budowa cząsteczki kolagenu. Przekrój poprzeczny. A, B, C — łańcuchy polipeptydowe, w których C_1 — C_4 to atomy węgla w pozycji alfa poszczególnych aminokwasów. C_1 i C_4 atomy węgla alfa glicyn, C_2 i C_3 atomy alfa innych aminokwasów w trójpeptydzie Gly-X-Y

Pozycja glicyny w sekwencji aminokwasów łańcucha α jest warunkiem sine qua non utworzenia cząsteczki kolagenu. Umożliwia ona bowiem połączenie się trzech łańcuchów α w potrójną spiralę, czyli tak zwany superheliks. W takiej strukturze glicyna zajmuje zawsze miejsce wewnątrz spirali potrójnej. Reszty aminokwasowe innych aminokwasów znajdują się na zewnątrz spirali. Ze względów sterycznych żaden inny aminokwas nie mógłby zająć miejsca glicyny w takiej strukturze. Struktura cząsteczki utrzymywana jest ponadto wiązaniami wodorowymi. W kolagenie dwa takie wiązania przypadają na każde trzy aminokwasy. Jedno z wiązań realizowane jest za pośrednictwem cząsteczki wody, która działa jak mostek. Drugie łączy bezpośrednio azot i tlen wiązania peptydowego dwóch sąsiednich łańcuchów α .

TYPY KOLAGENU

W sekwencji łańcucha α nie znajdujemy odcinków powtarzalnych. Istnieje natomiast co najmniej kilka łańcuchów α różniących się między sobą składem aminokwasowym, własnościami i występowaniem. Typy kolagenu, których cząsteczki różnią się łańcuchami zestawiono w tabeli 1.

Najpowszechniej spotykanym jest typ I, którego cząsteczka zbudowana jest z dwóch łańcuchów $\alpha 1(I)$ i jednego łańcucha $\alpha 2$. Kolagen tego typu

występuje głównie w skórze, kościach, ścięgnach i twardówce oka. Często kolagen typu I występuje wspólnie z kolagenem typu III, którego istnienie wykryto na początku lat 70. Początkowo uważano, że kolagen typu III jest kolagenem płodowym, który w miarę wzrostu organizmu zastępowany jest przez kolagen typu I. Obecnie wiadomo, że np. ściany naczyń krwionośnych zawierają ok. 50% tego typu kolagenu, a jego proporcja w innych tkankach jest niezmiernie ważna z punktu widzenia prawidłowości budowy tych tkanek i ich funkcji. W niektórych schorzeniach przyczynę choroby odnosi się do nieprawidłowych proporcji kolagenu typu I i III.

Tablica 1

Typy kolagenu i ich charakterystyczne cechy

Typ	Skład podjednostkowy cząsteczki	Występowanie	Cechy charakterystyczne
I	$[\alpha 1(I)]_2 \alpha_2$	kość, skóra, ścięgna	niewielka zawartość hydroksylizyn i cukrów
II	$[\alpha 1(II)]_3$	chrząstka	duża zawartość hydroksylizyn, wszystkie glikozylowane, dużo wiązań poprzecznych
III	$[\alpha 1(III)]_3$	ściana naczyń, skóra	zawartość hydroksyprolin powyżej 50%, dużo wiązań poprzecznych, obecność cystein
IV	$[\alpha 1(IV)]_3$	błony podstawne	lizyny prawie wszystkie hydroksyloowane i glikozyloowane, obecność cystein i 3-hydroksyprolin, kompleksy z innymi białkami
V	AB_2, B_3	błony łożyska, mięśnie, chrząstka	skład znacznie różniący się od pozostałych typów kolagenu: duża zawartość 3-hydroksyproliny, mała alaniny

Cząsteczka kolagenu typu III zbudowana jest z trzech jednakowych łańcuchów $\alpha 1(III)$. Podobnie z trzech jednakowych łańcuchów $\alpha 1(II)$ zbudowana jest cząsteczka kolagenu typu II występującego w tkance chrzęstnej oraz kolagenu typu IV $[\alpha 1(IV)]$ występującego w błonach podstawnych. Niedawno odkryty został typ V kolagenu. Spotyka się go dość powszechnie w niedużych proporcjach. Największe stężenie kolagenu typu V znaleziono w łożysku. Skład cząsteczki tego kolagenu jest jeszcze sprawą kontrowersyjną. Uważa się, że zbudowana jest ona z dwóch łańcuchów, nazwanych A i B. Nie jest wykluczone, że tworzą one dwa rodzaje cząsteczek o składzie AB_2 i B_3 . Mielibyśmy wówczas do czynienia z dwoma rodzajami kolagenu typu V.

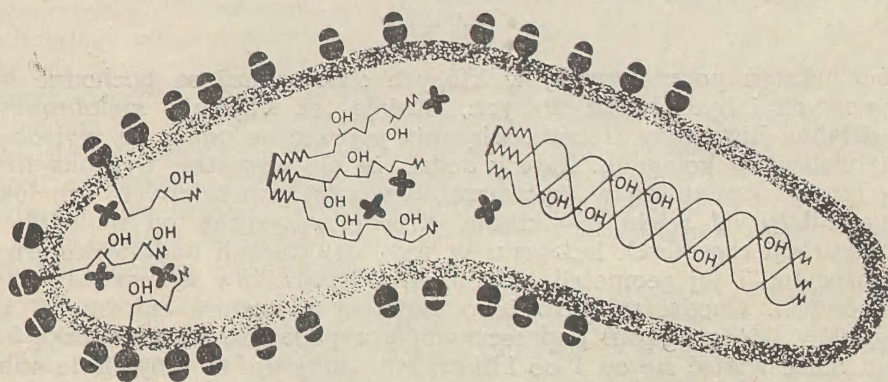
BIOSYNTETA KOLAGENU

Biosynteza kolagenu nie odbiega w swojej istocie od biosyntezy innych białek. Wyróżniają ją jednak dwie znaczące cechy. Po pierwsze, łańcuch polipeptydowy syntetyzowany na polisomie jest znacznie dłuższy od łańcucha α kolagenu. Nosi on nazwę łańcucha α prokolagenu. Po drugie w etapach posttranslacyjnych, po utworzeniu potrójnego heliksu prokolagenowego, mają miejsce modyfikacje o istotnym znaczeniu dla budowy kolagenu.

Łączenie łańcuchów α prokolagenu w trójhelikalną cząsteczkę prokolagenu odbywa się w cysternach retikulum endoplazmatycznego. O właściwym przebiegu tego procesu decyduje stopień zhydroksylowania prolin w łańcuchach α prokolagenu, konformacja odcinków niekolagenowych oraz obecność cystein w ich końcowych fragmentach. Cysteiny tworzą mostki międzylańcuchowe. Zhydroksylowane proliny stabilizują strukturę helikalną części kolagenowej prokolagenu. Struktura ta z jednej strony jest niezbędna dla wydalenia prokolagenu z komórki do przestrzeni pozakomórkowej, z drugiej zaś stanowi czynnik hamujący hydroksylację reszt prolinowych. Dlatego też hydroksylacja poprzedza etap łączenia się pojedynczych łańcuchów α prokolagenu w trójhelikalną cząsteczkę. Rozpoczyna się ona już w momencie syntezy łańcucha polipeptydowego, jeszcze przed oderwaniem się jego od matrycy. Hydroksylacja katalizowana jest enzymatycznie, przy czym istnieją dwa oddzielne enzymy, hydroksylaza prolinowa i hydroksylaza lizynowa. Działanie hydroksylaz sprzęgnięte jest z dekarboksylacją alfa-ketoglutaranu i wykorzystaniem tlenu cząsteczkowego oraz uwarunkowane obecnością askorbinianu i żelaza dwuwartościowego. Mechanizm hydroksylacji nie jest ostatecznie wyjaśniony. Proponowane są dwie reakcje jako prawdopodobne. Obie mają poparcie w wynikach doświadczeń.

Wewnątrz komórki, w cysternach retikulum endoplazmatycznego, wraz z kończeniem się hydroksylacji lizyn niektóre z nich ulegają modyfikacji przez przyłączenie się do nich reszt cukrowych. Jest to reakcja enzymatyczna, katalizowana przez odpowiednie glikozylotransferazy. Jedna z nich przyłącza przez wiązanie O-glikozydowe galaktozę, druga, w niektórych przypadkach, do wytworzonej galaktozylohydroksylizyny przyłącza glukozę. Aby hydroksylizyna mogła być substratem w tych reakcjach, musi ona być związana w peptydach o określonej wielkości. Mechanizm reakcji ani rola podstawników cukrowych w kolagenie nie są zbyt dobrze poznane. Istnieją uzasadnione przypuszczenia, że stopień glikozylacji kolagenu wpływa na wielkość i inne cechy włókien.

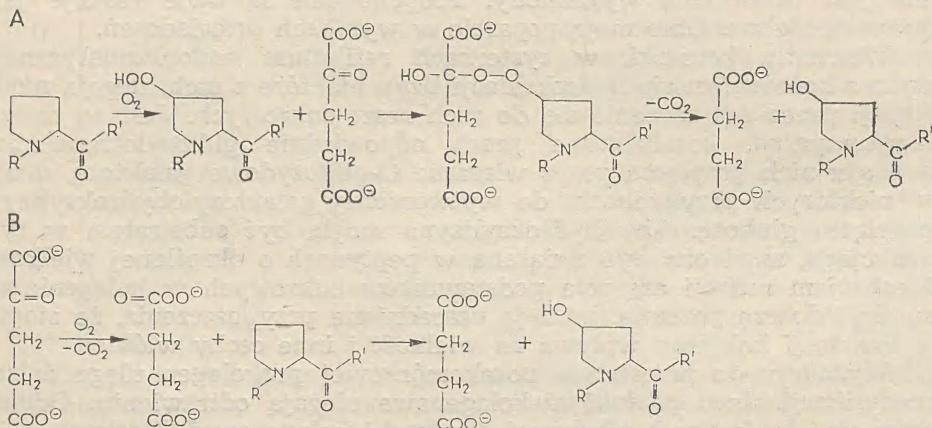
Wydalony do przestrzeni pozakomórkowej prokolagen ulega dalszej modyfikacji. Jego odcinki niekolagenowe ulegają odtrawieniu. Odcinki te są po obu końcach właściwej cząsteczki kolagenowej. Mechanizm ich odtrawienia, szczególnie w przypadku C-końcowego odcinka nie jest zbyt



Rys. 4. Schemat etapów syntezy kolagenu i modyfikacji odbywających się w retikulum endoplazmatycznym. Grube krzyże oznaczają cząsteczki hydroksylaz

dobrze poznany. Fragment N-końcowy odszczepiany jest w jednej reakcji katalizowanej przez peptydazę prokolagenu. W reakcji tej ulegają rozerwaniu jednocześnie trzy wiązania peptydowe w sąsiadujących ze sobą trzech łańcuchach α prokolagenu. C-końcowy odcinek degradowany jest, jak się przypuszcza, w kilku kolejnych reakcjach proteolitycznych.

Modyfikację kolagenu kończy wytworzenie się wiązań poprzecznych między łańcuchami α w cząsteczce i między łańcuchami α sąsiadujących ze sobą cząsteczek kolagenu we włóknach. Wiązania poprzeczne tworzą się przede wszystkim między resztami lizynowymi i hydroksylizynowymi. Pierwszą reakcją prowadzącą do tego jest utlenienie reszt lizynowych lub hydroksylizynowych do odpowiednich pochodnych aldehydowych w reakcji katalizowanej przez enzym oksydazę lizynową w obecności tlenu. Grupy aldehydowe mogą wytwarzać wiązanie aldolowe lub wiązanie aldiminowe. To ostatnie powstaje w reakcji grupy aldehydowej z grupą ϵ -aminową lizyny lub hydroksylizyny sąsiedniej cząsteczki. Nie są to wiązania trwałe, lecz po dalszym przekształceniu polegającym na redukcji wiązania aldiminowego powstają już trwałe wiązania kowalencyjne.



Rys. 5. Alternatywne reakcje hydroksylacji proliny przez hydroksylazę. A — mechanizm proponowany przez Lindstedta, B — mechanizm proponowany przez Hamiltona

Prócz wiązań poprzecznych, w których substratami są pochodne reszt lizynowych i hydroksylizynowych, istnieją też wiązania wielofunkcyjne z udziałem histydyny. Trwałe wiązania poprzeczne udało się wyizolować z hydrolizatów kolagenu. Należy dodać, że nie wszystkie hydroksylizyny czy lizyny uczestniczą w wytwarzaniu wiązań poprzecznych. Ich lokalizacja zależy od wielu czynników. Przede wszystkim od molekularnej konfiguracji cząsteczek kolagenu w jego strukturach nadmolekularnych, ich asocjacji i jej geometrii, obecności podstawników w resztach aminokwasowych. Chodzi tu głównie o zmienną zawartość cukrów. Z tych względów liczba wiązań poprzecznych przypadająca na cząsteczkę kolagenu może wahać się od 1 do kilkunastu. Znajduje to oczywiście odbicie we własnościach kolagenu.

Etap wytwarzania się wiązań poprzecznych w kolagenie polimerycznym kończy w zasadzie proces posttranslacyjnej modyfikacji tego białka.

Wskutek labilności niektórych wiązań i ich przegrupowań proces ten trwać może dłuższy okres czasu i nie wiadomo, czy można przyjąć, że jest to okres o określonej długości. Zależność wiązań poprzecznych w kolagenie od wieku nie została jeszcze wyjaśniona.

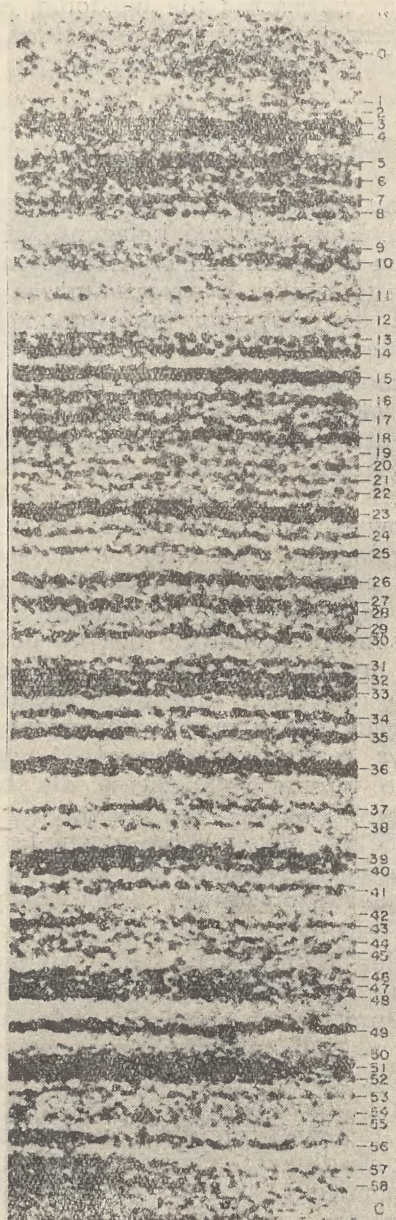
BUDOWA WŁÓKNA KOLAGENOWEGO

Cząsteczki kolagenu agregują tworząc formy polimeryczne o wielu poziomach organizacji. Polimeryzacja kolagenu jest procesem samorzutnym, uwarunkowanym własnościami wynikającymi z budowy pierwszorzędowej cząsteczki tego białka. W tworzeniu zaś architektury sieci kolagenowej w tkance udział swój mają także inne składniki tkanki łącznej, przede wszystkim proteoglikany.

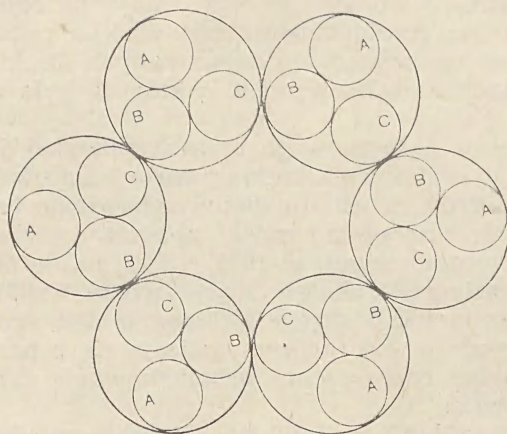
Konsekwencją samorzutności procesu polimeryzacji jest możliwość łatwego odtworzenia włókien kolagenu z jego roztworów. W niektórych warunkach włókna odtwarzane *in vitro* różnią się od włókien natywnych. W obecności związków poliwalentnych, np. ATP uzyskuje się agregaty włókien, których obraz w mikroskopie elektronowym wykazuje powtarzalność prążkowań co ok. 290—300 nm. Długość ta odpowiada długości cząsteczki kolagenu obliczonej na podstawie wyników badań hydrodynamicznych i potwierdzonej po ustaleniu pełnej sekwencji aminokwasów. Agregaty te, zwane też agregatami SLS, zbudowane są zatem z cząsteczek ułożonych równolegle bok do boku i zgodnych kierunkowo. Obraz takiego agregatu, uzyskany w mikroskopie elektronowym daje wgląd w budowę cząsteczki, umożliwia zlokalizowanie zgrupowania aminokwasów polarnych, które przy wybarwianiu pozytywowym dają ciemne prążki. Na rys. 6 przedstawiono zdjęcie opublikowane kilka lat temu i przyjęte jako wzorzec odniesienia dla badań porównawczych struktury różnych typów kolagenu lub ich fragmentów zdolnych do wytworzenia agregatów SLS. Z jego pomocą można ustalić, z którego miejsca cząsteczki pochodzi badany fragment, lub jakie są nieprawidłowości czy odchylenia budowy pierwszorzędowej badanych preparatów kolagenu.

Włókna natywne, jak wspomniano wcześniej, po wybarwieniu pozytywowym mają układ 12 prążków, który powtarza się co ok. 67 nm. Prosty zabieg nałożenia na siebie kilku obrazów włókien agregatów SLS i równoczesnego przesunięcia ich względem siebie pozwala uzyskać obraz opowiadający włóknu natywnemu, obraz wykazujący 12 prążków powtarzających się co 67 nm. Wskazuje to na fakt, że we włóknie natywnym cząsteczki ułożone są równolegle lecz z przesunięciem liniowym odpowiadającym 67 nm. Ponieważ wielkość ta, zwana też okresem D, nie mieści się bez reszty w długości cząsteczki, dla odtworzenia struktury włókna natywnego pomiędzy końcem jednej cząsteczki a początkiem następnej musi istnieć przerwa równa około $0,4D$. Istnienie tych przerw jest uwidocznione w prążkowaniu powstającym po wybarwieniu negatywowym włókien natywnych.

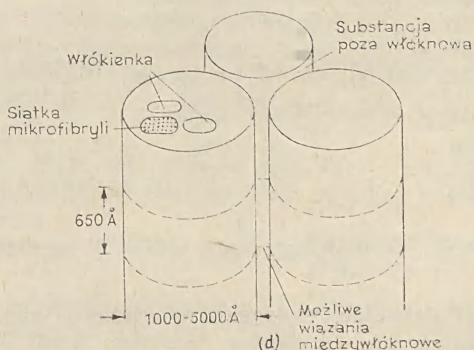
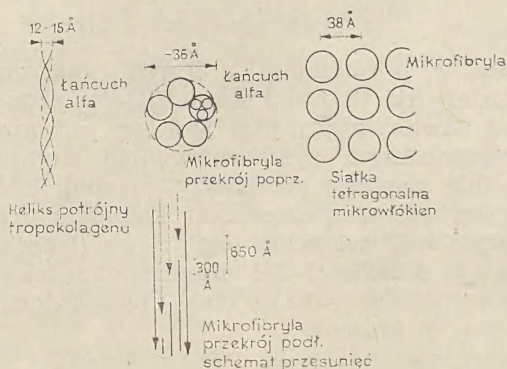
Strukturę polimeru utrzymują siły działające między poszczególnymi cząsteczkami. Są to przede wszystkim wiązania hydrofobowe oraz przyciąganie wynikające z rozłożenia aminokwasów polarnych wzdłuż cząsteczki kolagenu. Jak wynika z analizy rozkładu tych sił optymalne warunki przyciągania uzyskuje się właśnie przy przesunięciu cząsteczek o jeden okres D.



Rys. 6. Obraz agregatu SLS kolagenu uzyskany z mikroskopu elektronowego. Liczby oznaczają kolejne prążki powstałe przy pozytywowym wybarwieniu preparatu. N i C — odpowiednio aminowy i karboksylowy koniec cząsteczek kolagenu. Prążkowanie jest wyraźniejsze przy oglądaniu zdjęcia pod małym kątem równoległym do kierunku prążków



Rys. 7. Układ cząsteczek w mikrofibryli. Przekrój poprzeczny pokazujący pięć cząsteczek oraz łańcuchy polipeptydowe w każdej cząsteczce. A, B, C kolejne łańcuchy alfa



Rys. 8. Zależności hierarchii budowy włókien kolagenowych od cząsteczki tropokolagenu złożonej z trzech łańcuchów alfa poprzez pięciocząsteczkową mikrofibrylę i ich sieć we włóknienkach do włókien i ich wiązek

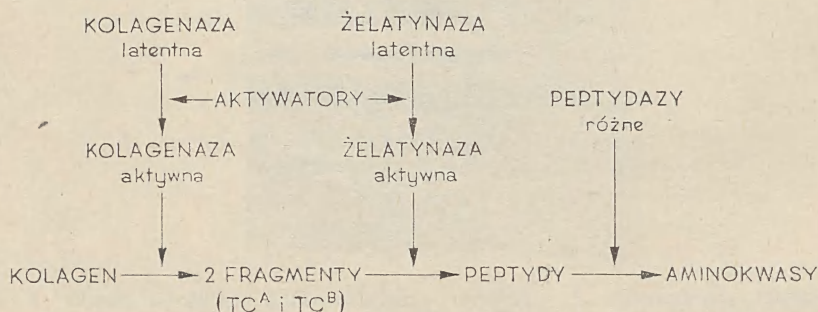
Włókna natywne odtworzone *in vitro* mają na ogół znacznie mniejszą wytrzymałość na rozciąganie aniżeli włókna naturalne. Przyczyną tego jest fakt, że we włóknach odtwarzanych brak jest początkowo wiązań poprzecznych kowalencyjnych, o których była mowa w poprzednim rozdziale.

Budowa polimeru kolagenowego opisana powyżej jest budową dwuwymiarową. Dla przedstawienia budowy trójwymiarowej i równoczesnego zachowania parametrów schematu dwuwymiarowego proponowano różne modele. Ostatecznie przyjął się model zbudowany z elementów pięciocząsteczkowych zaproponowany w 1971 r. Przyjmuje on, że pięć polimerów liniowych cząsteczek zwiniętych jest wokół wspólnej osi w spiralę o określonych parametrach skrętu tworząc w ten sposób mikrofibrylę. Parametry tego modelu dość dobrze zgadzają się z parametrami uzyskanymi z pomiarów rozproszenia promieniowania rentgenowskiego na włóknie kolagenowym.

Połączenie mikrofibryli w większe elementy strukturalne i budowa rzeczywistych włókien i ich sieci występujących w tkankach jest jeszcze w znacznej mierze przedmiotem hipotez. Eksperymentalne wnikięcie w szczegóły tej budowy jest niezwykle trudne. Na rys. 8 przedstawiono zależności hierarchiczne budowy włókna kolagenowego, tak jak to sobie zgodnie z obecnym stanem wiedzy można wyobrazić.

DEGRADACJA KOLAGENU

Obrót kolagenu w porównaniu z innymi białkami jest niezwykle wolny. Ponadto zależy od tkanki i stanu fizjologicznego organizmu. Degradacja kolagenu równoważąca jego syntezę jest procesem ściśle kontrolowanym i regulowanym systemem wielu czynników. Kluczowym etapem jest działanie swoistej proteinazy, zwanej kolagenazą tkankową. Jest to enzym, który natywną cząsteczkę kolagenu przecina na dwa fragmenty hydrolizując trzy wiązania peptydowe (trzech łańcuchów α) leżące mniej więcej w odległości $3/4$ długości łańcucha od końca aminowego. Fragmenty te w temperaturze ciała ulegają denaturacji i podlegają atakowi szeregu innych proteaz.



Rys. 9. Schemat degradacji kolagenu w tkance w stanach zapalnych

Istotnym czynnikiem regulacji działania kolagenazy jest fakt, że nie istnieje ona w stanie wolnym, aktywnym. Gdyby tak było, doszłoby do samostrawienia tkanek. Kolagenaza syntetyzowana jest w postaci proenzymu, który ulega przekształceniu do enzymu aktywnego pod dzia-

laniem innej proteazy, również swoistej. Aktywność kolagenazy hamowana jest ponadto różnymi inhibitorami tkankowymi i osoczwymi i uwalniana z nieaktywnych kompleksów działaniem systemu aktywatorów. Rozszyfrowanie wzajemnych zależności tego złożonego układu oraz ustalenie warunków działania kolagenazy w tkankach jest obecnie przedmiotem intensywnych studiów.

Degradacja fragmentów cząsteczki kolagenu powstających po ataku kolagenazy również przebiega etapowo. Chociaż zdenaturowane fragmenty kolagenu mogą być degradowane przez różne proteinazy, najbardziej specyficzną wydaje się być żelatynaza. Jest to enzym, który swoimi właściwościami, występowaniem i podatnością na działanie inhibitorów i aktywatorów podobny jest do kolagenazy.

BŁĘDY ETAPÓW TRANSKRYPCJI I TRANSLACJI

Wieloetapowość syntezy i degradacji kolagenu stwarza duże możliwości powstania błędów metabolicznych prowadzących w efekcie do różnych schorzeń tkanki łącznej. Błędy te powstają wówczas gdy zawadzą mechanizmy regulacyjne. Zaburzenia metabolizmu mogą mieć charakter jakościowy lub ilościowy. W pierwszym przypadku syntezowany jest nieprawidłowy kolagen lub kolagen nietypowy dla danej tkanki, w drugim szybkość syntezy odbiega od normy, występuje niedobór lub nadmiar kolagenu. Od stopnia zaburzenia struktury włókien czy metabolizmu kolagenu zależy też stopień nasilenia objawów chorobowych. W szczególnie ciężkich przypadkach zmiany patologiczne kolagenu mogą powodować ciężkie kalectwo lub zagrażać życiu chorego.

Omówienie wszystkich schorzeń tkanki łącznej spowodowanych występowaniem kolagenu nieprawidłowego zajęłoby zbyt dużo miejsca. Ograniczymy się zatem do niektórych, częściej występujących jednostek chorobowych, o których wiadomo, przez jaki błąd metabolizmu i struktury kolagenu zostały wywołane. Spójrzmy jeszcze raz na przebieg biosyntezy kolagenu i prześledźmy możliwości powstania błędów na poszczególnych etapach tego procesu.

Synteza kolagenu rozpoczyna się etapami transkrypcji i translacji. O istnieniu mechanizmów regulacyjnych na tych etapach świadczy fakt syntezy właściwego typu kolagenu w danym rodzaju tkanki. W trakcie prawidłowego rozwoju ontogenicznego ten typ może zmieniać się na inny: np. fibroblasty skóry zarodków we wczesnym okresie rozwoju syntetyzują głównie typ III, a w późniejszych typ I kolagenu. Znane są jednak przypadki, gdy:

- (i) synteza jednego typu łańcuchów nie ulega w odpowiedniej chwili represji i „przełączeniu” na syntezę innego, właściwego typu łańcuchów kolagenu.
- (ii) zostaje uruchomiona synteza nieprawidłowego dla danej tkanki typu kolagenu.
- (iii) gen kierujący syntezą właściwego łańcucha zostaje zablokowany.

Przykładem następstw błędów regulacji odpowiadających (i) jest schorzenie zwane zespołem Marfana. W zespole tym nakładają się dwójakiego rodzaju błędy metaboliczne, przy czym jednym z nich jest wzrost ilości kolagenu III typu kosztem typu I przy niezmięnionej ilościowo syntezie ogólnej kolagenu. Powoduje to brak stabilności ścian

naczyniowych, zwłaszcza ściany aorty. Ponadto w zespole Marfana widoczne są zmiany w kośćcu i oku (zez, odklejanie się rogówki). Inne defekty molekularne wywołujące to schorzenie omówione zostaną w dalszej części artykułu.

Do schorzeń wywołanych syntezą nieprawidłowego kolagenu (ii) należą: postać wrodzona wadliwego kościotworzenia (osteogenesis imperfecta congenita) oraz zwyrodnienie kości stawów (osteoarthritis). Osteogenesis imperfecta, choroba przenoszona dziedzicznie, charakteryzuje się wyjątkową kruchością kości. Przyczyną tego jest pojawienie się w kościach kolagenu typu III zmieniającego architekturę sieci włókien kolagenowych. Podobne zmiany występują również w kolagenie skóry, więzadeł, ścięgien, mięśni, twardówki, ucha środkowego i wewnętrznego. Najcięższa postać tej dość często występującej choroby ujawnia się już u płodu i często kończy śmiercią noworodka.

Osteoarthritis atakuje chrząstkę stawową, przy czym najczęściej zwyrodnieniu ulega staw biodrowy, staw kolanowy i kręgosłup. W chorobie tej, jak stwierdzono, chondrocyty tracą zdolność do syntezy typowego dla chrząstki kolagenu typu II i zaczynają produkować kolagen typu I. Nie zostało ustalone, co powoduje przełączenie aparatu genetycznego na produkcję innego typu kolagenu; przypuszcza się, że zmiany środowiska komórkowego i interakcji między komórkami a matriks.

Zmianę fenotypu komórek produkujących kolagen obserwuje się także w miażdżycy. Komórki mięśni gładkich wewnętrznej warstwy ścian naczyniowych tracą swój typowy wygląd i stają się podobne do fibroblastów, czemu towarzyszy zmiana typu produkowanego przez nie kolagenu z III na I.

Przykładem zaburzeń spowodowanych całkowitym zablokowaniem genu kierującego syntezą jednego z łańcuchów (iii) jest schorzenie zwane zespołem Ehlersa-Danlosa IV typu. Wyjaśnić tu należy, że istnieje 7 różnych odmian tej choroby tkanki łącznej. Charakteryzuje się ona rozciągliwością skóry, kruchością tkanek, podatnością na urazy (złamania, stłuczenia, siniaki), nadmierną ruchomością stawów i łatwością ich zwinięć. Zaatakowana jest nie tylko skóra i stawy, lecz również układ sercowo-naczyniowy, przewód pokarmowy, a czasem oczy (zez). Przyczyny tego schorzenia są różne. W przypadku Ehlersa-Danlosa typu IV chore tkanki nie zawierają wcale kolagenu typu III, który tworząc cienkie skręcone włókna nadaje tkance odpowiednią elastyczność i rozciągliwość. Są więc te tkanki kruche i łamliwe. Zawierają ponadto mniej kolagenu aniżeli tkanki zdrowe, gdyż synteza jego jest obniżona.

SCHORZENIA SPOWODOWANE BŁĘDAMI ETAPÓW POSTTRANSLACYJNYCH BIOSYNTETY KOLAGENU

Obok zaburzeń regulacji szybkości syntezy i typu kolagenu produkowanego w danej tkance występują też nieprawidłowe modyfikacje cząsteczki spowodowane wadliwym przebiegiem etapów posttranslacyjnych. W kilku przypadkach nieprawidłowości wynikają z niedoboru odpowiedniego enzymu. W procesie hydroksylacji katalizowanej przez dwa odrębne enzymy obniżoną wydajność reakcji dla obydwu aminokwasów obserwowano jedynie w przypadku niedoboru kofaktora reakcji, kwasu askorbinowego. Niedobór enzymu wykryto natomiast w schorzeniu należącym do zespołu Ehlersa-Danlosa, w typie VI tej choroby brak jest hydro-

ksylazy lizynowej, co pociąga za sobą zmniejszenie zawartości hydroksylizyn w kolagenie i upośledzenie wytwarzania przez nie wiązań krzyżowych, stabilizujących kolagen. W rezultacie kolagen jest łatwiej rozpuszczalny od prawidłowego. Objawy kliniczne choroby to prócz rozciągliwej skóry i nadmiernie ruchomych stawów, znaczne boczne skrzywienie kręgosłupa, odklejanie się rogówki, wolne gojenie się ran.

W następnym etapie posttranslacyjnym — konwersji prokolagenu do kolagenu — dobrze poznane jest zjawisko niedoboru peptydazy prokolagenu odszczepiającej aminokońcowy propeptyd z prokolagenu typu I. Wielkość tego niedoboru jest swoista gatunkowo i tkankowo, zaś schorzenie nim wywołane zostało po raz pierwszy stwierdzone u bydła hodowli wsobnej i ponieważ najcięższe objawy dotyczyły skóry, zostało ono nazwane dermatosparaksją. Objawia się ono nienormalną łamliwością skóry, która nawet przy drobnych urazach ulega rozdarciu, i luźnością więzadeł stawowych. Objawy choroby występują w kilka tygodni po urodzeniu cieląt, lecz chronione przed urazami zwierzęta mogą przeżyć do kilkunastu miesięcy. Dużo większe nasilenie tej choroby występuje u owiec: ujawia się ona już przy urodzeniu, a zwierzęta nie przeżywają dłużej niż 2—3 tygodnie.

Niedobór peptydazy prokolagenowej prowadzi do tworzenia się w tkankach, a przede wszystkim w skórze, nieprawidłowych włókien zbudowanych w dużej mierze z cząsteczek prokolagenu. Włókna takie, jak wykazały zdjęcia z mikroskopu elektronowego, są niedostatecznie uporządkowane. We wiązkach włókna kolagenu ułożone są nierównolegle, a prążkowanie poprzeczne jest bardzo słabo zaznaczone. Świadczy to o nieprawidłowej polimeryzacji prowadzącej z kolei do upośledzenia tworzenia się wiązań poprzecznych. Stąd łatwość rozrywania włókien i tkanek. W innych tkankach (ścięgno, ściany naczyń, więzadła, chrząstka) prokolagenu we włóknach kolagenowych jest mniej (od 20 do 2%) a ich własności nie tak pogorszone jak w przypadku skóry. Kość zwierzęcia z dermatosparaksją początkowo formowana jest nieprawidłowo, lecz w miarę wzrostu nabiera wyglądu normalnego.

Schorzenie wywołane niedoborem peptydazy prokolagenowej u ludzi ma mniej drastyczne objawy, po prostu dlatego, że nie stwierdzono dotychczas przypadku całkowitego braku enzymu, lecz jedynie pewne zmniejszenie jego aktywności. Ze względu na charakterystyczne objawy kliniczne chorobę tę zaliczono do zespołu Ehlersa-Danlosa z kolejnym numerem VII. W schorzeniu tym stwierdza się badaniem mikroskopowym prawidłowość struktury fibryli kolagenowych przy równoczesnym zaburzeniu upakowania przestrzennego włókien.

Następstwem wrodzonych lub nabytych błędów następnego etapu biosyntezy kolagenu, etapu tworzenia się wiązań poprzecznych, jest z reguły ich niedostatek. Występuje on wyraźnie u chorych z zespołem Ehlersa-Danlosa typu V, u których stwierdza się genetycznie uwarunkowany niedobór oksydazy lizynowej, katalizującej utlenianie lizyny do aldehydu, wyjściowego związku całej gamy wiązań poprzecznych w kolagenie. Najbardziej charakterystycznym objawem choroby Ehlersa-Danlosa typu V jest wyjątkowa rozciągliwość skóry.

Kolagen o niedostatecznej liczbie wiązań poprzecznych jest niestabilny, łatwo rozpuszcza się i ulega eliminacji z organizmu. Obserwuje się to zarówno u pacjentów z zespołem Ehlersa-Danlosa typu V, jak i u zwierząt doświadczalnych. Jest interesujące, że ten defekt genetycz-

ny spotykany u myszy związany jest także z chromosomem X. U chorych myszy występują tętniaki aorty i jej rozgałęzień, deformacje kości, a skóra jest cienka i wrażliwa na urazy.

Nadmierna rozpuszczalność kolagenu obserwowana jest także we wspomnianym wyżej zespole Marfana, ale przyczyna tego jest inna. W tym przypadku upośledzenie w powstawaniu i stabilizacji wiązań poprzecznych w kolagenie wiąże się ze znacznie podwyższoną zawartością proteoglikanów w tkance, a nie w niedoborze enzymu.

Jak widać, na prawidłowość metabolizmu i funkcjonowania kolagenu mogą wpływać inne składniki tkanki, a przede wszystkim nienormalność przemian tych składników. Przykładem może być homocystynuria i schorzenie zwane zespołem Menkesa. Homocystynuria daje objawy kliniczne podobne do objawów zespołu Marfana, lecz obniżenie liczby wiązań poprzecznych w kolagenie w tym przypadku wynika z zablokowania prekursorów tych wiązań przez homocysteinę, która nie ulega przemianie i nagromadza się w tkankach. Jest to więc mechanizm podobny do tego jaki ma miejsce przy eksperymentalnym podawaniu zwierzętom D-penicylaminy, blokującej reszty aldehydowe w kolagenie.

Zespół Menkesa charakteryzuje się zmianami neurologicznymi i zmianami w wyglądzie skóry oraz nieprawidłowością budowy kośćca i ścian tętnic. Niedobór wiązań krzyżowych w tym schorzeniu wynika z defektu genetycznego, który powoduje złe wchłanianie miedzi z przewodu pokarmowego. Miedź zaś jest kofaktorem oksydazy lizynowej. Brak miedzi upośledza powstawanie allizyn, a w dalszym etapie wiązań krzyżowych.

PATOLOGIA DEGRADACJI KOLAGENU

Degradacja kolagenu, jak wspomnieliśmy, przebiega również etapowo i jest regulowana całym układem aktywatorów i inhibitorów. Nieprawidłowości funkcjonowania tych etapów mogą wynikać zarówno z zaburzeń enzymatycznych degradacji kolagenu, jak i z nieprawidłowości budowy samego kolagenu, substratu tych reakcji. Na przykład niedostateczna hydroksylacja ułatwia degradację kolagenu, typ III kolagenu jest bardziej podatny na trawienie enzymatyczne aniżeli typ I.

Kluczową rolę w degradacji kolagenu odgrywa kolagenaza. Znane są schorzenia, w których aktywność kolagenazy jest bardzo mała, jak na przykład w twardzinie skóry lub osteopetrozie. W tej ostatniej upośledzona jest resorpcja kości wskutek niedostatecznej aktywacji latentnej postaci kolagenazy. Natomiast w większości chorób nowotworowych poziom aktywności kolagenazy w tkankach jest znacznie podwyższony, co ułatwia inwazyjny rozrost guza i sprzyja przerzutom. Uaktywnienie kolagenazy obserwuje się także w innych stanach patologicznych, na przykład w schorzeniu zwanym epidermolysis bullosa dystrophica, charakteryzującym się skłonnością do powstawania pęcherzy na skórze, nawet przy nieznacznych jej urazach. Przy gojeniu się tych pęcherzy powstają przerostowe, zniekształcające blizny. Podwyższoną aktywność kolagenazy stwierdzono nie tylko na skórze zaatakowanej, lecz także w skórze pozornie normalnej, bez pęcherzy. Przypuszcza się, że uraz jest bodźcem wyzwalamym proces aktywacji kolagenazy istniejącej normalnie w postaci nieaktywnej.

Wzrost aktywności kolagenolitycznej stwierdza się również podczas gojenia się ran, w przypadkach oparzeń i w stanach zapalnych. Działanie kolagenazy przyspiesza rozpad i usuwanie tkanek martwiczych.

Szczególnie liczne są prace poświęcone roli kolagenazy w reumatoidalnym zapaleniu stawów. Przyczyniły się one do wyjaśnienia mechanizmów stopniowej destrukcji struktur stawowych i okołostawowych w tym schorzeniu. Przypuszcza się, że istotną rolę w tym procesie odgrywa kolagenaza uwalniana z komórek maziówki pod wpływem czynników, których powstaniu sprzyja przewlekły stan zapalny. Enzym synowialny wspomagany jest przez kolagenazę granulocytarną. Wstępnie zdegradowany przez nie kolagen ulega in situ denaturacji i dalszej degradacji katalizowanej szeregiem innych enzymów proteolitycznych.

ZAKOŃCZENIE

Przedstawione przykłady zaburzeń struktury i metabolizmu kolagenu będące przyczyną lub jednym z istotnych czynników patologicznych w dziedzicznych lub nabytych schorzeniach tkanki łącznej nie obejmują oczywiście całości zagadnienia. Tylko pobieżnie wspomniano o wpływie zmian patologicznych innych składników tkanki łącznej na ich wzajemne oddziaływanie z kolagenem i wynikające z tego nieprawidłowości jego metabolizmu i funkcji. Pominęto również szereg schorzeń występujących rzadko lub takich, które tylko na podstawie objawów można zaliczyć do kolagenoz, a których przyczyna na poziomie molekularnym jest całkowicie inna.

Zamiarem naszym było pokazanie, jak wiele dokonano w ostatnich latach w zakresie szczegółowego wyjaśnienia przebiegu i syntezy kolagenu, jak dalece poznana została budowa przestrzenna tego białka i jej powiązanie z funkcją oraz jak bardzo wiadomości te okazały się przydatne dla ustalenia przyczyn schorzeń tkanki łącznej. Jest to, jak nam się wydaje, zasadniczy krok w kierunku właściwego doboru metod leczenia tych schorzeń, które wcale nie są rzadkie.

ALINA KOWALSKA-DYRCZOWA

Instytut Zoologiczny Uniwersytetu Wrocławskiego
Wrocław

PROBLEM TELEOLOGII W BIOLOGII W UJĘCIU E. MAYRA*

Pojęcia i modele cybernetyczne wkraczają coraz powszechniej na teren biologii. Rozwój osobniczy organizmów, a także proces ewolucji opisywane są w kategoriach cybernetycznych sprzężeń zwrotnych i teorii informacji. Język cybernetyczny okazał się bowiem adekwatny do zjawisk biologicznych. Ostatnio Ernst Mayr sięgnął do tych koncepcji i tej terminologii dla wyjaśnienia problemu teleologii w biologii. Chodzi jak wiadomo o to, że biologowie używają do wyjaśniania zjawisk naturalnych takich pojęć jak: przeznaczenie, funkcja, cel, użyteczność. Stąd zarzuca się im, że stwierdzając na przykład; że: „jedną z funkcji nerki jest usuwanie końcowych produktów metabolizmu białek” lub „samiec tokuje aby przywabić samicę” — posługują się językiem teleologicznym.

Problem teleologii narodził się wraz z klasyfikacją przyczyn daną przez Arystotelesa, z których jedną była przyczyna „finalna”. Wynikała ona z obserwacji celowego rozwoju osobnika od zapłodnionego jaja do stadium dorosłego, oraz z rozwoju świata z chaosu do stanu obecnego. Przyczyna finalna była odpowiedzialna za osiągnięcie z góry powziętego celu. Celowej sekwencji zdarzeń w świecie organicznym przeciwstawiła się w XVII w. mechanistyczna interpretacja procesów życiowych. Sprowokowało to biologów do poszukiwań owego celowego czynnika w zjawiskach biologicznych. Poglądy witalistyczne utożsamiały go z siłą życiową (Bergson) lub entelechią (Driesch). Dziś witalizm prawie nie ma zwolenników wśród biologów, niemniej jednak nadal otwarte pozostaje pytanie: Co jest tym celowym czynnikiem w zjawiskach biologicznych?

Problem teleologii jest jednym z najtrudniejszych problemów biologii o czym świadczy ogromna literatura przedmiotu, zawierająca wiele przeciwnych poglądów. Tym bardziej interesująca jest próba rozwiązania go, podjęta przez E. Mayra. Mayr uważa, że sama analiza logiczna nie jest w stanie wyjaśnić problemu. Prawdziwego przełomu w tej dziedzinie dokonało dopiero — jego zdaniem — wprowadzenie nowych koncepcji cybernetycznych i posłużenie się językiem teorii informacji. Na pytanie, kiedy i gdzie można mówić o celu i celowości w przyrodzie, E. Mayr odpowiada następująco: „Osobnik, który, używając języka komputera, został zaprogramowany, może działać i działa celowo; procesy historyczne, a zatem i proces ewolucji, nie mogą działać celowo. Ptak podejmujący wędrówkę, czy samiec wabiący samicę, działają celowo, bo zostały zaprogramowane do robienia tego. Również rozwój osobniczy jest procesem celowym, jest to bowiem realizacja „ramowego programu” zawartego w zygocie. Jest to celowość czysto mechanistyczna. Nie ma

* Ernst Mayr: *Philosophy of biology. Evolution and diversity of life*. The Belknap Press of Harvard University Press Cambridge, Massachusetts and London, England 1976.

takiego programu dla procesu ewolucji, nie jest on więc celowy". Mayr podkreśla, że określenia: teleologia i teleologiczny były dotąd stosowane do dwu różnych ciągów zjawisk biologicznych, bowiem: „z jednej strony występuje produkcja i doskonalenie w ciągu historii świata istot żywych, stale nowych i stale ulepszanych programów informacji DNA, z drugiej zaś strony następuje sprawdzanie tych programów i ich dekodowanie w ciągu życia każdego osobnika. Istnieje podstawowa różnica między skierowaną docelowo aktywnością zachowania lub procesami rozwojowymi osobnika czy systemu, które są kontrolowane przez program, a stałym ulepszaniem zakodowanych genetycznie programów. Tym ulepszaniem jest ewolucyjne przystosowanie, kontrolowane przez naturalną selekcję". „Dekodowanie” i „sprawdzanie” programów informacji genetycznej są to zagadnienia rozważane odpowiednio przez: biologię rozwoju i biologię funkcjonalną. Procesy historyczne, dzięki którym powstają te programy informacji genetycznej, są przedmiotem zainteresowań biologii ewolucyjnej. Mayr uważa więc, że tylko systemy działające na bazie programu informacji wykazują aspekty teleologiczne, przy czym nie ma w tym żadnej metafizyki, bowiem większość procesów wykonywanych przez te systemy jest dostępna analizie i reprezentuje łańcuch przyczynowy wzajemnie powiązanych bodźców i reakcji. Mayr proponuje więc za Pittendrigh (1958), aby aspekty te określać jako teleonomiczne (teleonomia) dla podkreślenia, że celowość ta nie ma nic wspólnego z finalistyczną teleologią, która zajmuje się ogólną harmonią świata organicznego i na poparcie której naukowa biologia nie znalazła dotąd (w sensie teorii finalistycznych czy witalistycznych) żadnych danych. Proces ewolucji nie jest celowy, bo nie został zaprogramowany. Istoty żywe, będące produktem ewolucji, nie są zbudowane celowo, na co między innymi wskazują błędy konstrukcyjne ich budowy (Szarski, 1976)¹. Są one, podobnie jak cały świat organiczny, produktem a posteriori naturalnej selekcji.

Według Mayra główną przyczyną dotychczasowych kłopotów z problemem teleologii był fakt, że pod tym pojęciem rozpatrywano bardzo różnorodne zjawiska. Jego zdaniem można je zgrupować w co najmniej trzy, bardziej jednorodne klasy: 1) jednokierunkowe sekwencje ewolucyjne (progresjonizm, ortogeneza), 2) procesy rzeczywiście skierowane docelowo, oraz 3) tzw. systemy teleologiczne. Tylko procesy należące do klasy 2 zasługują na miano teleologicznych (teleonomicznych). Zjawiska należące do klasy 1, obejmujące procesy ewolucji, powinny zostać wyeliminowane z dyskusji, bowiem teleologiczny znaczy skierowany docelowo (end directed), a selekcja naturalna jest procesem a posteriori, który wynagradza bieżący sukces i nigdy nie sięga przyszłych celów. Błąd wielu biologów polegał w tym przypadku na tym, że doszukiwali się analogii między ontogenezą i ewolucją. Podobnie, traktowanie zjawisk należących do klasy 3 jako teleologicznych, jest zdaniem Mayra co najmniej dyskusyjne. Rozciąganie określenia „teleologiczny” na systemy statyczne prowadzi bowiem do sprzeczności i nielogiczności. Torpeda, która została wystrzelona i rusza w kierunku celu, jest urządzeniem wykazującym zachowanie teleonomiczne — ale czy można nazwać systemem telologicznym torpedę, która leży wraz z innymi torpedami w magazynie? Równie błędne jest nazywanie systemami teleologicznymi

¹ Szarski Henryk: Mechanizmy ewolucji. Wyd. II. Wrocław—Warszawa—Kraków—Gdańsk. Zakł. Narod. im. Ossolińskich 1976.

przystosowań spotykanych w świecie organicznym, bowiem przystosowany znaczy — będący wynikiem naturalnej selekcji. Na przykład centralny system nerwowy bierze udział w procesach i zachowaniach teleonomicznych, ale czy może być określony jako teleonomiczny tylko dlatego, że dostarcza struktur wykonawczych dla procesu teleonomicznego? Czy nie działający, nie zaprogramowany komputer jest systemem teleonomicznym? — pyta Mayr. Problem ten istnieje dla wszystkich narządów ciała (nerka, serce) i także dla makromolekuł, które spełniają specyficzne funkcje dzięki swej unikalnej strukturze. To właśnie ta zdolność skłoniła Monoda (1970)² do nazwania ich systemami teleonomicznymi. Prawdopodobnie — stwierdza Mayr — trzeba będzie stworzyć nowy termin na określanie systemów, które mają potencję objawiania zachowania teleologicznego, bo zostały zaprogramowane do takiego działania. Sprawą całkowicie niezależną jest natomiast powstanie programu odpowiedzialnego za przystosowawczość systemu. Zdaniem Mayra, łączenie obu tych składowych w jednym wyjaśnieniu zaciemnia tylko definicję.

Właściwe procesy teleologiczne, zgrupowane w klasie 2, obejmują wg Mayra dwa rodzaje zjawisk: a) procesy teleomatyczne, występujące w przyrodzie nieożywionej i b) procesy teleonomiczne, występujące w świecie organicznym. Procesy teleomatyczne są rządzone przez prawa naturalne (prawa ciężenia, II prawo termodynamiki), a osiągnięcie stanu końcowego nie jest tu kontrolowane przez wbudowany program. Są one „end directed” w sposób bierny, automatyczny, regulowany przez siły i warunki zewnętrzne. Procesy teleonomiczne, występujące w żywej przyrodzie Mayr definiuje następująco: „Procesy lub zachowania teleonomiczne są to zjawiska, które zawiązują swoje docelowe ukierunkowanie działaniu programu”. Behawior teleonomiczny jest zarządzony przez program i jest zależny od istnienia celu lub końca, który jest przewidziany w tym programie. Może nim być struktura, funkcja fizjologiczna czy osiągnięcie nowego położenia geograficznego. Poszczególne programy jest wynikiem selekcji, jest nieustannie dopasowywany do bieżących warunków poprzez wartość selekcyjną osiągniętego stanu końcowego. Jest nieistotne, czy program ten powstał przez makromutację, czy drogą selekcji, czy nawet przez uczenie się indywidualne, jak to ma miejsce w tzw. programach otwartych. Aby sklasyfikować proces jako teleonomiczny, wystarczy samo istnienie programu bez względu na jego pochodzenie. Procesy zaś, które nie mają zaprogramowanego końca, nie mogą być oceniane jako teleonomiczne. Należy z naciskiem podkreślić, że kluczowym słowem w Mayrowskiej definicji „teleonomiczny” — jest termin „program”. Jest on czymś materialnym i występuje a priori od zapoczątkowania procesu teleonomicznego, stąd pozostaje w zgodzie z wyjaśnieniem przyczynowym. Mayr definiuje program jako „zakodowaną lub z góry ustanowioną (predetermined) informację, która kontroluje proces (lub zachowanie) prowadząc go w kierunku określonego końca”. Program, oprócz projektu, zawiera też instrukcje na temat: jak użytkować informację projektu. Programy kontrolujące procesy teleonomiczne w organizmach żywych są w całości zawarte w DNA genotypu (programy zamknięte) lub są tak zbudowane, że mogą włączać dodatkową informację nabywaną przez uczenie się, doświadczenie, lub inne uwarunkowania (programy otwarte).

² Monod J.: *Le hasard et la nécessité*. Editions du Seuil. Paris 1970.

To nowe ujęcie problemu teleologii rozwiązuje — jak sądzi Mayr — dylemat, przed którym stali biologowie: wyjaśnianie teleologiczne było uważane za formę obskurantyzmu, za uchylanie się od wyjaśniania przyczynowego — a biologia mimo to nie mogła z niego zrezygnować. Znaczenie heurystyczne języka teleologicznego w biologii jest bowiem bezsporne. W naukach fizycznych wystarczają dla wyjaśnienia problemu pytania: co? i jak?, w naukach biologicznych żadne wyjaśnienie nie jest kompletne bez zapytania — dlaczego? Właśnie to pytanie postawił Harvey, gdy odkrył istnienie zastawek w żyłach. Odpowiedź na nie pozwoliła mu na skonstruowanie modelu krążenia. Podobnie stwierdzenie, że w czasie mitozy materiał chromatyny jest ułożony w pojedyncze sznury, doprowadziło do postawienia pytania: dlaczego powstał tak skomplikowany proces, zamiast prostego podziału jądra na dwie połowy? Odpowiedź brzmiała: proces ten byłby w pełni uzasadniony, gdyby chromatyna składała się z dużej liczby jakościowo różniących się cząstek, których równy podział byłby zapewniony przez ich liniowe ułożenie. Dalsza analiza genetyczna chromosomów potwierdziła słuszność tej hipotezy, postawionej w 1883 r. przez Roux. Można zaryzykować stwierdzenie — mówi Mayr — że największe osiągnięcia biologii zostały dokonane dzięki stawianiu pytania: dlaczego? — a więc dzięki wyjaśnianiu teleologicznemu.

Na zakończenie daje Mayr oryginalne i nowe naświetlenie filozofii Arystotelesa, z której wywodzi się cały problem teleologii. Jego zdaniem, żaden filozof nie był tak źle rozumiany przez potomnych jak Arystoteles. Wpływało to stąd, że mimo iż arystotelizm wywodził się z badań żywej przyrody, interpretowali go dotąd głównie humaniści, używając języka zaczerpniętego z greckich słowników. Mayr uważa, że nadszedł czas, aby interpretatorzy Arystotelesa użyli języka adekwatnego do jego sposobu myślenia, to jest języka biologii. Jedną z przyczyn niewłaściwego rozumienia myśli Arystotelesa było to, że użył on terminu „eidos” dla swej formotwórczej zasady — stąd uważano, że ma na myśli coś zbliżonego do „idei” Platona. Tymczasem — twierdzi Mayr — z kontekstu wielu jego dyskusji wynika jasno, że „eidos” Arystotelesa były czymś całkowicie różnym od platońskich idei. Arystoteles rozumiał, że żywych organizmów nie można opisywać w kategoriach czystej materii — tak jak nie można opisać domu, jako stosu cegieł i tynku. Jak plan użyty przez budowniczego określa kształt domu, tak eidos nadają formę rozwijającemu się organizmowi; wyrażają one „telos” dorosłego osobnika. Stosując współczesne pojęcia można chyba utożsamiać arystotelesowskie „eidos” z „programem genetycznym”. Arystoteles, nie mogąc zobaczyć zasady formotwórczej, zakładał, że musi być ona czymś niematerialnym — duszą. Dusza ta jednak różniła się od pojęcia duszy w chrześcijaństwie, bowiem można było badać jej właściwości. Współczesny biolog również nie widzi programu genetycznego DNA, a jedynie wnioskuje o jego występowaniu, podobnie jak Arystoteles wnioskował o istnieniu duszy. Zasada „eidos” Arystotelesa, będąca „nieruchomym rozrzuśnikiem” (unmoved mover) doskonale określa DNA, który tworzy formę i rozwój, sam nie ulegając zmianie. W sumie błąd Arystotelesa (jak to słusznie zauważył Ayala, 1970 — cyt. za Mayrem, 1976) polegał „nie na tym, że użył wyjaśnień teleologicznych w biologii — ale na tym, że rozciągnął koncepcję teleologii na świat nieożywiony”.

WAŻNIEJSZE PROBLEMY ZWIĄZANE Z DEWASTACJĄ LASÓW
W WOJEWÓDZTWIE KATOWICKIM

Jednym z najbardziej istotnych problemów nurtujących współczesne wysoko uprzemysłowione kraje jest niewątpliwie szeroko pojęta walka o zachowanie naturalnego środowiska przyrodniczego. Pozytywne skutki industrializacji i urbanizacji przysłoniły na wiele lat zagadnienia ubocznego, ujemnego oddziaływania tych czynników na zdrowie ludzkie i otaczające nas środowisko. W rezultacie musimy obecnie nie tylko myśleć o nowych maksymalnie bezpiecznych i nieszkodliwych rozwiązaniach technologicznych, urbanistycznych, komunikacyjnych i in., ale usuwać jednocześnie zaniedbania częstokroć wieloletnie. Górnośląski Okręg Przemysłowy (GOP) najwcześniej odczuł ujemne skutki braku troski o ochronę środowiska w poprzednich dziesięcioleciach.

Na świat roślinny szczególnie degradujący wpływ wywierają wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia atmosferyczne oraz zatruta ściekami poprzemysłowymi i zasolonymi wodami, odprowadzanymi z kopalń węgla kamiennego, gleba. Jeszcze 160 lat temu Górny Śląsk w większości pokryty był lasami, w których urządzano polowania na jelenie, sarny, dziki, lisy i in. zwierzyne, a jeszcze dawniej w Rawie — „Królowej górnośląskich rzeczek” — żyły bobry.

A co zastaliśmy w 1945 r.? Nieużytki i zdewastowany „krajobraz księżycowy”, na który złożyły się: 2327 ha wyrobisk piaskowych, 1406 ha zwałów kopalnictwa węgla kamiennego (hałdy, usypiska itp.), 383 ha zwałów hut żelaza, 375 ha pokopalnianych i hutniczych usypisk odpadów metali nieżelaznych, 1833 ha dołów, glinianek i kamieniołomów wyeksploatowanych oraz 591 ha innych nieużytków poprzemysłowych. Razem więc 7815 ha zdewastowanego terenu (w granicach administracyjnych województwa sprzed 1975 r.). Dodajmy do tego 100 tys. ha lasów zagrożonych lub wręcz zniszczonych, a otrzymamy obraz otaczającej nas rzeczywistości [14]. W wyniku destruktywnych czynników szczególnie niekorzystnym przeobrażeniom uległy takie elementy biosfery, jak woda, gleby i powietrze atmosferyczne, które zamiast stymulować prawidłowy rozwój organizmów żywych, stały się dla nich inhibitorami [1, 24].

Jak wynika z badań K. Huecka [3] tereny dzisiejszego GOP pokrywały w większości bory mieszane, ze zdecydowaną przewagą drzew liściastych, zajmujące łącznie z bagnami ok. 70—75% obszaru [2, 6]. Wschodnią część GOP zajmował krajobraz leśnopolny ze znacznymi podmokłościami, zwłaszcza wzdłuż dolin rzek: Białej i Czarnej Przemszy oraz Brynicy. W części zachodniej, tj. wg obecnego układu od Bytomia, Siemianowic i Katowic — dominował krajobraz puszczykowy. Drzewostan lasów był bardzo zróżnicowany. Wzdłuż dolin rzecznych ciągnęły się lasy łęgowe, mokre lasy dębowo-grabowe. W niższych partiach terenu w części zachodniej rosły lasy dębowo-grabowe i mieszane typu niżowego,

a partie wierzchwinowe Wyżyny Śląskiej pokrywały bory sosnowo-dębowe i dąbrowy kwasolubne. W części wschodniej występowały małe fragmenty borów sosnowych i świerkowo-sosnowych; na terenach podmokłych domieszkę stanowiły brzozy, olchy, czasami osiki, a na terenach wyższych: lipy, cisy i klony.

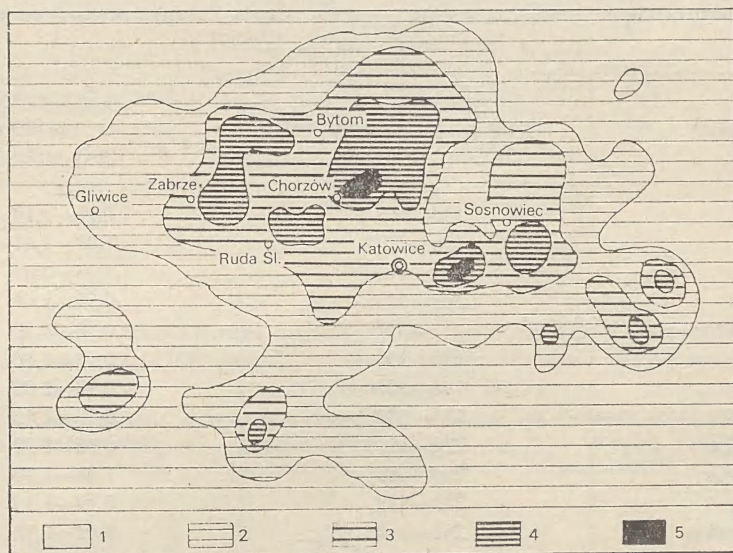


Rys. 1. Lasy i zadrzewienia w Górnos Śląskim Okręgu Przemysłowym (wg S. Żmudy)

1 — lasy, 2 — zadrzewienia istniejące i projektowane, 3 — miasta

Niewiele jednak pozostało z tych wspaniałych lasów. Większość z nich wytrzebiono lub wyginęły na skutek szkodliwej działalności przemysłu, a pozostałe reprezentują głównie skarłowaciały drzewostan iglasty (przeważnie sosny). Szacuje się, że w GOP obejmującym powierzchnię 80 214 ha, lasy zajmują 13 378 ha, przy czym głównie na obrzeżu, natomiast w centrum konurbacji, czyli w zespole miast przylegających bezpośrednio do siebie, przypada zaledwie 0,08 ha lasu na 1 mieszkańca (rys. 1). W całym natomiast woj. katowickim lasy zajmują 185,4 tys. ha (w tym ok. 28 tys. ha jako własność rolników indywidualnych), co stanowi zaledwie 5,5 ara na 1 mieszkańca (przy średniej krajowej 24 arów). Aż 88% powierzchni tych lasów znajduje się w strefie będącej pod wpływem szkodliwej działalności przemysłu. Występujące licznie w GOP elektrownie, elektrociepłownie, huty żelaza i metali nieżelaznych, kopalnie węgla, rud cynku i ołowiu, cementownie, zakłady przemysłu chemicznego, spożywczego i in., zużywające w trakcie procesów technologicznych różnego rodzaju surowców energetycznych i produkcyjnych, wydzielają olbrzymie ilości pyłów różnych frakcji i gazów: dwu- i trójtlenek siarki, dwutlenek węgla, węglowodory, tlenki azotu, fluor, chlor, związki cynku i ołowiu i in. metali. Szacuje się, że ponad 70% zanieczyszczeń powietrza w GOP pochodzi właśnie z wymienionych źródeł. Poważny udział w zanieczyszczeniu atmosfery (ponad 20%) mają też paleniska domowe i kotłownie gospodarcze oraz transport kołowy (parowozy, samochody); reszta (ok. 10%), to drobne zakłady przemysłowe, hałdy termicznie czynne (np. w Katowicach w rejonie Szopieniec i Wełnowca), zanieczyszczenia wtórne itp. [23, 24]. Z szacunków przeprowadzonych dla dwu charakterystycznych zanieczyszczeń: pyłów i SO_2 wynika, że

globalna średnia roczna pyłów w GOP wynosi blisko 1,1 mln t, zaś gazów odlotowych ok. 200 mld m³, w tym SO₂ ponad 250 tys. t (rys. 2). Są to wartości bardzo poważne i jak się okazuje przewyższające trzykrotnie średnią opadu pyłów dla Londynu, a czterokrotnie średnią normy radzieckiej (GOP — średni opad pyłu 1 mg/m³ powietrza, ZSRR — 0,25 mg/m³) — [10]. W świetle powyższych fragmentarycznych danych zrozumiały staje się fakt degradacji środowiska biologicznego GOP.



Rys. 2. Średni stan zapylenia powietrza na terenie GOP (wg J. Paszyńskiego — nieco zmienione)

1 — zapylenie powietrza w granicach od 0—0,5 g/m³/dzień, 2 — od 0,5—1,0, 3 — od 1,0—2,0, 4 — od 2,0—5,0, 5 — powyżej 5,0 g/m³/dzień

Ostatnio czyni się dużo, aby zapobiec dalszemu zanieczyszczeniu powietrza. Instaluje się urządzenia odpylające w zakładach przemysłowych, przeprowadza się elektryfikację i modernizację kolei, gazyfikację miast i in. zabiegi, które poważnie zmniejszyły dopływ zanieczyszczeń [22, 27]. Proces ten jednak nadal trwa, bowiem wiele zakładów nie posiada jeszcze urządzeń odpylających. Wynika to zresztą z załączonej tabeli (tab. 1) przedstawiającej zanieczyszczenie atmosfery w 13 dużych miastach GOP [23, 24]. Aczkolwiek przyjmuje się, że w niektórych miastach opad pyłu zmniejszył się średnio rocznie o 300 t/km², jednak daleko jeszcze do normy ustalonej przez Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej, przyjmującej dopuszczalny opad pyłów 360 t/km²/rok. Tymczasem: Chorzów Stary — 3960 t pyłu/km²/rok, Bytom-Bobrek Karb — 2172 t, a wyziewy przemysłowe: Bytom — 2,61 mg/100 cm²/dobę, Katowice-Szopienice — 2,02 mg/100 cm² PbO₂/dobę [23, 24].

Nic więc dziwnego, że przy tak wysokim zapyleniu i stężeniu emitowanych gazów ginie roślinność Górnego Śląska. A zasadniczo drzew całkowicie odpornych na zanieczyszczenia powietrza nie ma, bowiem pod wpływem długotrwałego oddziaływania zanieczyszczeń, przy jednocześnie dużej koncentracji szkodliwych wyziewów — giną nawet naj-

odporniejsze gatunki [7, 18]. Przykładem jest teren w okolicy huty cynku w Katowicach-Szopienicach — przekształcający się w całkowitą pustynię biologiczną [5]. Już z końcem lipca liście tu na drzewach brązowieją, opadając w sierpniu, a więc dwa miesiące wcześniej, niż ma to miejsce normalnie. Takich „pustyni biologicznych” jest na terenie GOP więcej, a zasadniczo jego centrum stanowi jedna wielka golizna [14].

Tabela 1

Wahania zanieczyszczenia powietrza w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym — wartości średnie z lat 1966—69 (wg A. Wróny)

Miasto	Opad pyłów w t/km ² /rok	Wskaźnik stężenia SO ₂ w mg/100 cm ² PbO ₂ /dobę
Będzin	436—663	0,96—1,19
Bytom	190—2172	1,07—2,61
Chorzów	443—3960	1,33—2,07
Czeladź	368—579	0,92—1,08
Dąbrowa Górnicza	163—367	0,82—1,17
Gliwice	130—370	0,93—1,80
Katowice	191—900	0,90—2,02
Mysłowice	286—659	0,76—1,15
Ruda Śląska	222—1100	0,86—1,57
Siemianowice	296—615	1,18—1,70
Sosnowiec	323—729	0,84—1,15
Świętochłowice	262—1608	2,01—2,18
Zabrze	223—1187	1,26—1,66

Zanieczyszczenia jednak nie tylko niszczą roślinność, ale wywierają również wpływ na klimat, a tym samym na zdrowie ludzkie. W centralnej części GOP promieniowanie słoneczne jest ok. 18% niższe w porównaniu z terenami jego obrzeża [4]. Niektóre tereny pozbawione są praktycznie niezmiernie istotnych dla żywych organizmów promieni ultrafioletowych, które w warunkach wysokiego zmętnienia atmosfery — spowodowanego nadmiernym zapyleniem i zadymieniem — po prostu nie docierają do powierzchni ziemi [4, 14]. Zanieczyszczenia powietrza sprzyjają ponadto tworzeniu się szkodliwych dla zdrowia mgieł.

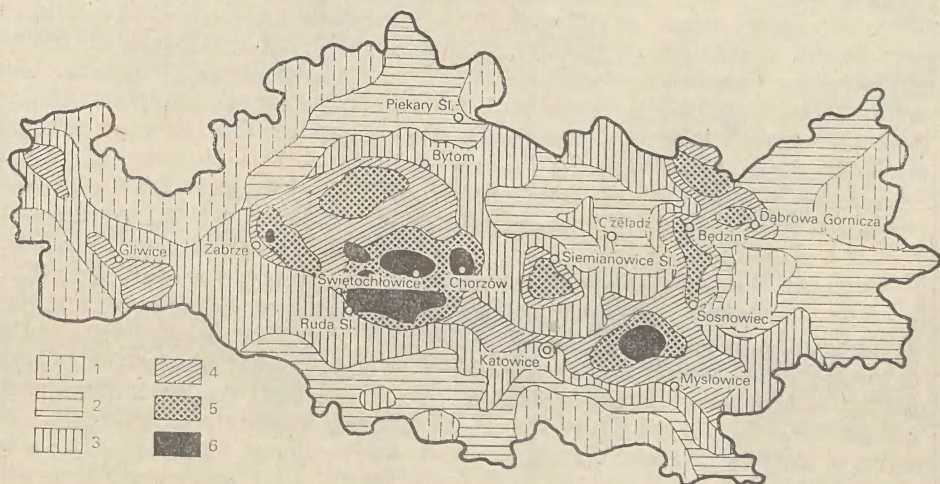
Badania nad wpływami zanieczyszczeń atmosferycznych na lasy podjęto już dość wcześnie, mianowicie w okresie przedwojennym [8]. W wyniku kilkuletnich obserwacji ustalono 4 grupy gatunków drzewostanów w zależności od stopnia wrażliwości na zanieczyszczenia, mianowicie: najodporniejsze, mało wrażliwe, wrażliwe i bardzo wrażliwe. Z kolei opierając się na przebadanych sposobach rozpoznawania uszkodzeń drzew przez zanieczyszczenia powietrza, a zwłaszcza na podstawie badań nad sosną i świerkiem na obszarze GOP, ustalono granice zasięgu szkodliwego wpływu składników gazowych atmosfery, dostających się do powietrza wskutek działalności przemysłowej, na lasy GOP (rys. 3).

W latach powojennych kontynuowano w dalszym ciągu te badania dokonując m.in. w latach 1959—60 szczegółowego opisu drzewostanów Nadleśnictwa Murcki, na powierzchni ok. 6000 ha, ze specjalnym zwróceniem uwagi na stopień uszkodzenia ich przez dymy [19, 20]. Lasy



Rys. 3. Zasięg szkodliwego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na sosnę i świerk na terenie GOP (wg H. Martena 1936 r. — nieco zmienione i uzupełnione granicami miast i GOP)

1 — stwierdzona granica zasięgu szkodliwości, 2 — obszar szkodliwych zanieczyszczeń, 3 — zasięg dużej szkodliwości, 4 — granice GOP (po 1975 r.), 5 — granice miast, 6 — miasta:
Sm — Siemianowice Śląskie, Ś — Świętochłowice

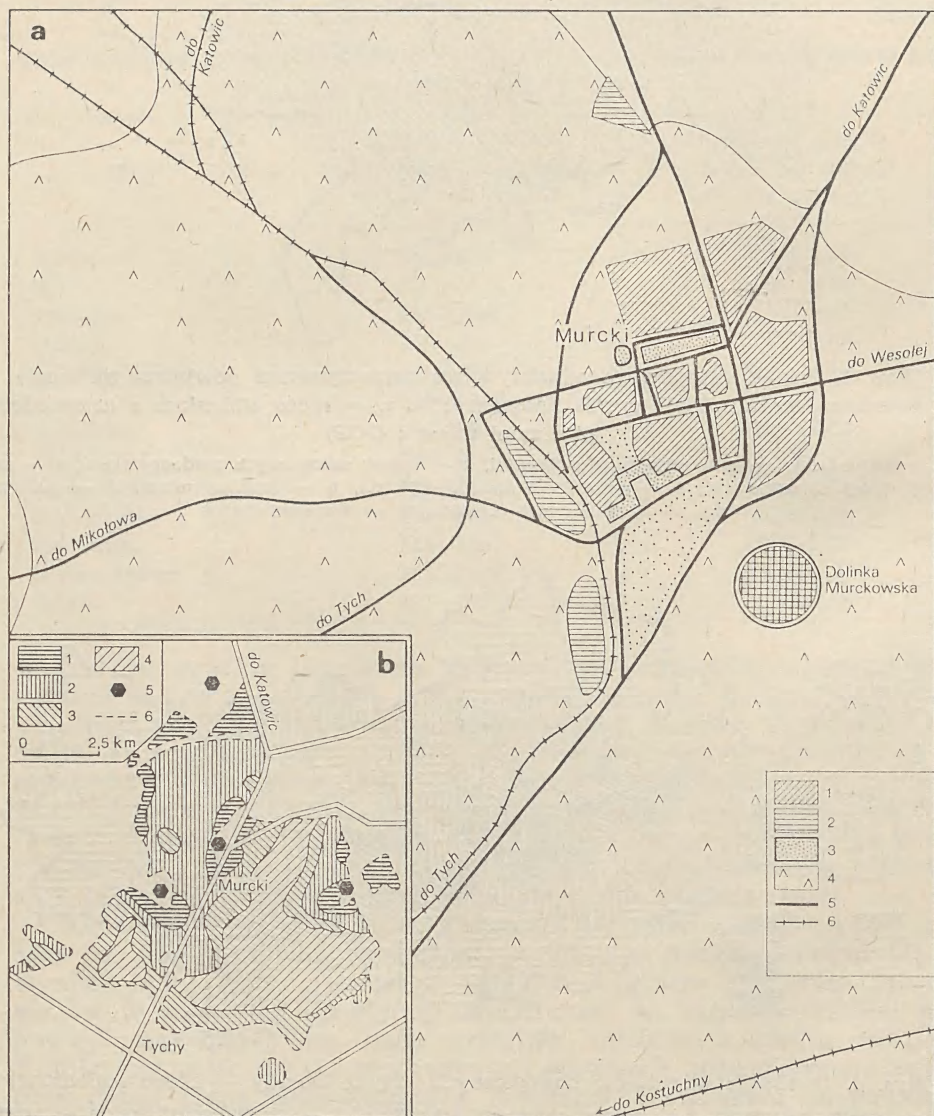


Rys. 4. Bonitacja warunków biologicznych (wg S. Żmudy — nieco zmienione)

1 — strefa zagrożona, 2 — strefa okresowo szkodliwa, 3 — strefa szkodliwa, 4 — strefa bardzo szkodliwa, 5 — strefa niebezpieczna, 6 — strefa bardzo niebezpieczna

murckowskie (w obrębie katowickiej dzielnicy — Murcki) o powierzchni 6768,8 ha (w tym 57 ha rezerwat leśny) reprezentowane są w wyższym piętrze przez zwarte zespoły dębu i buka z domieszką świerka, w niższych ponadto brzozy, jarzębiny, grabu, wierzby i in. Wiek niektórych buków i dębów przekracza 200 lat. Aczkolwiek lasy te nie podlegają

eksploatacji, jednak zaznacza się w nich poważny wpływ szkodliwych wyziewów przemysłowych (rys. 5a). Teren ten jako jeden z lepiej zbadanych stanowi przykład uszkodzenia drzewostanu przez wyziewy przemysłowe i pozwala wyciągnąć odpowiednie wnioski w odniesieniu do lasów całego obszaru GOP. E. Paprzycki [21] wydzielił w rejonie lasów murckowskich 4 strefy (rys. 5b).



Rys. 5a. Murcki — typowo leśna osada w rejonie Wielkich Katowic

1 — zabudowa mieszkalna, 2 — tereny przemysłowo-składowe, 3 — ośrodki usługowe, 4 — lasy,
5 — drogi i ulice, 6 — linie kolejowe

Rys. 5b. Uszkodzenia drzewostanów przez dymy w Nadleśnictwie Murcki
(wg E. Paprzyckiego — nieco zmienione)

1, 2, 3, 4 — strefy uszkodzeń: IV, III, II i I (objaśnienie w tekście), 5 — kopalnie węgla kamiennego, 6 — granica lasów murckowskich

Strefa IV — najsilniejszego uszkodzenia w młodniku zabarwienie igliwia szarozielone, na igliwii i korze drzew warstewka sadzy; w drzewostanie średnich klas wieku korony przedwcześnie zaokrąglone robią wrażenie drzew starych, wyraźne zwolnienie przyrostu wysokości; świerk — drzewostan wygląda jak po przejściu dolnego pożaru, wyraźne zahamowanie przyrostu wysokości.

Strefa III — średnio uszkodzona brak wyraźnych oznak zahamowania przyrostu wysokości, korony przerzedzone, igliwie barwy szarozielonej.

Strefa II — słabo uszkodzona.

Strefa I — brak zewnętrznych oznak uszkodzenia drzewostanu; teoretyczne obliczenia wskazują jednak na możliwość występowania koncentracji zanieczyszczeń szkodliwych dla roślinności.

Z powyższego wynika, że lasy murckowskie są w poważnym stopniu zagrożone przez przemysł. W samych Murckach znajduje się kopalnia węgla „Murcki”, a wokół lasów ciągnie się wieniec kopalń: w Katowicach, Katowicach-Kostuchnie, Mikołowie, Tychach-Lędzinach i w Mysłowicach-Wesołej oraz szereg innych zakładów przemysłowych.

Obecnie wyłoniło się drugie zagrożenie dla tych lasów. W roku 1975 do Katowic obok Kostuchny, Podlesia i Zarzecza, zostały przyłączone także Murcki. Mieszkańców Katowic cieszy fakt, że w wyniku inkorporacji przyległych terenów powierzchnia leśna miasta wzrosła z 2928,07 ha do 6697 ha. Z drugiej jednak strony Katowice należą do miast rozwijających się dynamicznie, a w samym mieście brak już zasadniczo terenów pod budownictwo, zarówno mieszkalne, jak też przemysłowe. W tych warunkach urbaniści widzą jedyne rozwiązanie na terenach przyłączonych, zwłaszcza na południu, a więc pokryty lasami rejon Murcek. Pierwszym sygnałem był marzec 1978 r. Okręgowa Dyrekcja Rozbudowy Miast zleciła Katowickiemu Oddziałowi Stowarzyszenia Architektów Polskich zorganizowanie konkursu na koncepcję urbanistyczno-architektoniczną południowej dzielnicy mieszkaniowej w Katowicach. Zakłada się, że już za dwa lata teren ten stanie się wielkim placem budowy. Powstanie tu największa w Katowicach dzielnica mieszkaniowa, która pomieści ok. 120 tys. mieszkańców, obejmując obszar ok. 3600 ha, z czego prawie jedną piątą zajmują lasy.

Obecnie w Katowicach w oparciu o dobrze zagospodarowany już ośrodek rekreacyjno-wypoczynkowy Doliny Trzech Stawów — powstaje wielka „inwestycja zielona” Katowicki Park Leśny (KPL). Całość tej inwestycji obejmie lasy leżące w południowo-wschodniej części Katowic o powierzchni blisko 1800 ha. Z chwilą planowania i rozpoczęcia budowy KPL, Murcki nie należały jeszcze do Katowic. Obecnie rozważa się możliwość przesunięcia granic KPL bardziej na południe, a więc w rejon lasów murckowskich [16]. Pozostaje tylko pytanie, jak pogodzić występowanie parku z mającym się rozwijać budownictwem?

Lasy murckowskie przechodzą dalej na południu w Bory Pszczyńskie — największą po Lasach Lublinieckich oazę zieleni Górnego Śląska. Wspaniałe dawniej, te lasy uległy z biegiem czasu poważnej dewastacji. Atakowane przez szkodniki owadzie, padały ofiarą śniegołomów i huraganów w latach 1948—50; w 1957 r. nad borami przeszedł tak gwałtowny huragan, że to co zniszczył, las z trudem zdołał odrobić w ciągu 10 lat. Nie oszczędziły ich również I i II wojny światowe. W rezultacie tych strat Puszcza Pszczyńska utraciła 33% swojej powierzchni, a jej drzewo-

stan uległ znacznej dewastacji [15]. Dla Lasów Pszczyńskich szczególnie jest groźny fakt, że aż 98%, to drzewostan sosnowy i świerkowy, przeważnie nienaturalnego pochodzenia. Naruszenie naturalnej równowagi biologicznej lasu doprowadziło do częściowej degradacji gleby, zachwiało stosunkami wodnymi [18, 27].

Jeszcze gorzej przedstawia się sytuacja w tych rejonach Lasów Pszczyńskich, które przylegają do terenów uprzemysłowionych, np. w okolicy Tych, Mikołowa, Łazisk Górnych i in. (Zakłady Celulozowe w Tychach-Czułowie, browar i fabryka samochodów w Tychach, produkcja papieru w Mikołowie, huta i elektrownia w Łaziskach oraz kopalnie węgla: w Mikołowie, Łaziskach Średnich, Tychach-Lędzinach i Tychach-Bieruniu Nowym). Niezależnie od szkodliwych wpływów przemysłu, lasy są wycinane i niszczone dla celów produkcyjnych i dla pozyskania terenów pod budownictwo (Nowe Tychy).

W największym jednak niebezpieczeństwie znalazły się resztki lasów w GOP. S. Żmuda przyjmując jako kryterium stan ewolucji biocenoz ustalił skalę bonitacji warunków biologicznych, wydzielając 6 stref koncentracji szkodliwych dla biosfery zjawisk [26].

Strefa I — odnosi się do zaburzeń środowiska w rozmiarach nie przekraczających zdolności samoczyszczenia przez przyrodę. Drzewa jednak wykazują osłabienie fizjologiczne, wyrażające się zmniejszeniem przyrostu masy drzewnej w ok. 20%.

Strefa II — dotyczy zaburzeń środowiska w skali przekraczającej możliwości regeneracyjne przyrody. Drzewa, zwłaszcza iglaste, silnie osłabione fizjologicznie, są masowo atakowane przez szkodniki wtórne, które powodują stale powiększające się przerzedzenie drzewostanów.

Strefa III — w której mniej odporne gatunki są eliminowane¹, przy jednocześnie zachodzącej naturalnej selekcji gatunków obcych dla danego siedliska, ale bardziej przystosowanych do życia w zmienionych warunkach środowiskowych.

Strefa IV — obejmuje zaburzenia środowiska w skali graniczącej z dewastacją. Roślinność pierwotną zastąpiły całkowicie gatunki przystosowane do wegetacji w warunkach szkodliwego wpływu przemysłu. Drzewa iglaste zostały całkowicie wyniszczone, a liściaste wykazują poważne uszkodzenie aparatu asymilacyjnego.

Strefa V — ilustruje zniszczenie środowiska przyrodniczego w skali sięgającej $\pm 70\%$. Drzewa liściaste wykazują duże uszkodzenia aparatu asymilacyjnego. Okres wegetacji jest poważnie zmniejszony. Liście brązowieją, a następnie opadają wcześniej ponad miesiąc niż na obszarach niezabudowanych.

Strefa VI — dotyczy już katastrofy ekologicznej, przejawiającej się w powstawaniu pustyni biologicznej. Roślinność wyginęła tu prawie całkowicie, a odkryta gleba została splukana. Formacja roślinna reprezentowana jest przez prymitywne pustynne zbiorowisko, złożone z kilku gatunków roślin tworzących kępy, między którymi występuje nagi substrat mineralny, podatny bardzo na procesy erozyjne (rys. 4). Opisane lasy murckowskie oraz północna część Puszczy Pszczyńskiej znajdują się według powyższej klasyfikacji w drugiej strefie oddziaływań przemysłu.

Wspomnieliśmy wyżej o stosowanych środkach ochronnych, celem zmniejszenia zanieczyszczeń atmosfery. Należy jednak podkreślić, że

¹ S. Żmuda w swej pracy [26] używa tu bliżej nie sprecyzowanego określenia: „industriogenna ewolucja biocenozy”.

decydującą rolę odgrywa tu sam las, a to dzięki absorbowaniu związków toksycznych i wzbogacania powietrza w tlen („Medicus curat, natura sanat” — „Lekarz leczy, natura uzdrowia”). Należy więc zdążać w kierunku nie wylesienia terenów, lecz przeciwnie — zalesienia i to głównie gatunkami liściastymi. Dzięki ogromnej powierzchni liści — a przewyższa ona nawet 20-krotnie powierzchnię zajmowaną przez samą roślinę — drzewa liściaste skutecznie przeciwdziałają zapyleniu [25]. Stwierdzono, że w obrębie strefy zadrzewionej 20-letnimi drzewami liściastymi ilość pyłu w powietrzu była trzy razy mniejsza niż na terenach sąsiednich. Dodajmy, że zadrzewienie wzdłuż budynków zmniejsza hałas o ponad 20 decybeli [9].

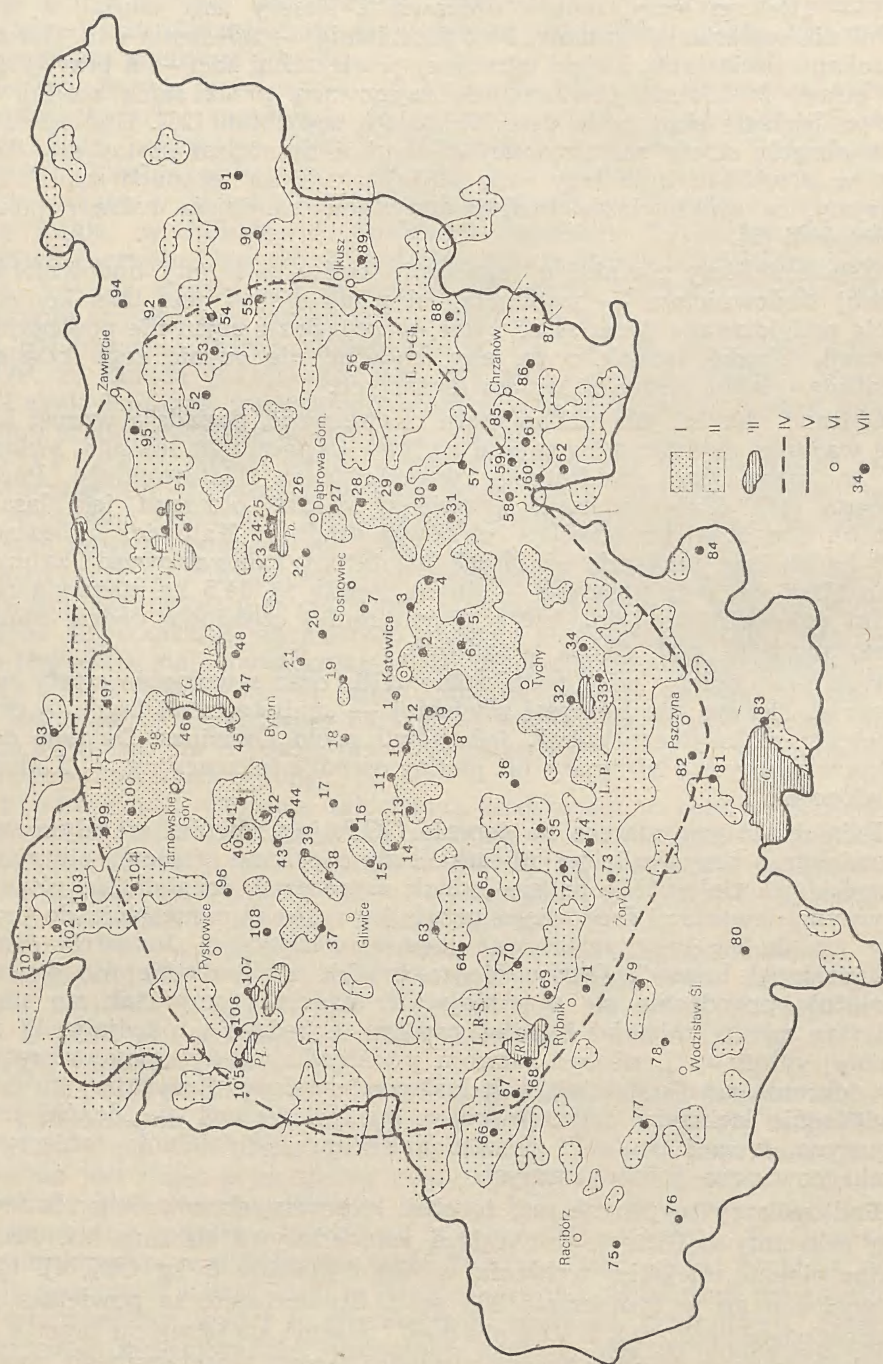
Wspomnieliśmy również o zagrożeniu lasów ze strony budownictwa. Rozwój budownictwa — zwłaszcza mieszkalnego — jest dziś koniecznością podyktowaną przez samo życie, w związku z czym nie podlegająca dyskusji. Chodzi jednak o to, aby budując nie czynić tego kosztem szczątkowych już lasów, zwłaszcza liściastych.

Opisane Murcki, jak rzadko która miejscowość, posiadają wprost idealne warunki powstania tu rejonu cichego wypoczynku leśnego, zwłaszcza w przypadku przedłużenia wspomnianego Katowickiego Parku Leśnego [16]. Mała ta osada prawie w całości otoczona jest lasami (rys. 5). Z ogólnej powierzchni tej nowej dzielnicy Katowic, wynoszącej 4280 ha na lasy przypada aż 3768,8 ha; tereny zainwestowania zajmują tylko 174,7 ha, pola uprawne — 50 ha, resztę tj. 94,5 ha stanowią nieużytki pokopalniane i in., które przynajmniej częściowo będzie można zagospodarować pod zieleni urządzoną.

Wskazane byłoby więc poszerzenie KPL oraz stworzenie strefy wypoczynku cichego dla ludności miejskiej — „sub tegmine fagi” — czyli „w cieniu rozłożystego buka”, jak mówił poeta Owidiusz. Do tego celu można wykorzystać istniejący już piękny ośrodek rekreacyjny — „Dolinka Murkowska”.

Działalność gospodarcza na terenie GOP, jak również w całym woj. katowickim przyniosła jej mieszkańcom i całemu krajowi olbrzymie korzyści materialne. Nie da się jednak zaprzeczyć, że stała się również przyczyną dewastacji środowiska przyrodniczego. W odniesieniu do przyrody nie da się więc zastosować łacińska maksyma: „industria ditat” — „przemysł bogaci”. Oczywiście to krótkie stwierdzenie nie oznacza absolutnie pogodzenia się z istniejącym stanem rzeczy: tak się stało, taki stan rzeczy zaistniał i nadal procesy te będą się rozwijały. W zaistniałej sytuacji, tj. silnego rozwoju przemysłu należy czynić wszystko aby uchronić resztki istniejących lasów od zagłady. Zacytujmy tu inne powiedzenie łacińskie: „durante causa durat effectus” — „dopóki trwa przyczyna, trwa i skutek”. A więc dalsze przeciwdziałanie zanieczyszczaniu powietrza przez przemysł.

Podkreślamy tu jeszcze raz, że obok stosowanych w przemyśle środków ochronnych (filtry), decydującą rolę odgrywa tu sam las. Jeden hektar zieleni miejskiej wchłania w ciągu godziny 8 kg CO₂, tj. tyle, ile wydziela go w tym czasie 200 osób. Stwierdzono, że powietrze zanieczyszczone przez SO₂ o stężeniu do 0,1 mg/m³, po przejściu przez 1 ha lasu bukowego w średnim wieku i w pełni sezonu wegetacyjnego, zostało pozbawione tego gazu [8]. Niektóre rośliny o intensywnym zapachu wydzielają tzw. fitocyty, tj. olejki eteryczne, działające zabójczo na pewne



bakterie, a nawet owady. Unoszące się w powietrzu fitocyty, np. sosny, zabijają drobnoustroje w ciągu 10 min., a jałowca nawet w ciągu 5 min. Wokół więc takich roślin wytwarza się z różnym nasileniem, w zależności od okresu wegetacyjnego, przestrzeń wolna od bakterii [25].

Z powyższego wynika więc, że naszym zadaniem jest — a na Śląsku szczególnie — nie tylko ochrona środowiska za pomocą stosowanych w przemyśle środków ochronnych, ale — i przede wszystkim — odnawianie i urozmaicanie drzewostanów naszych lasów [1, 7]. To właśnie do warunków regionu katowickiego odnieść należy ze szczególną aktualnością stwierdzenie I sekretarza KC PZPR — tow. Edwarda Gierka na XII Plenum Komitetu Centralnego:

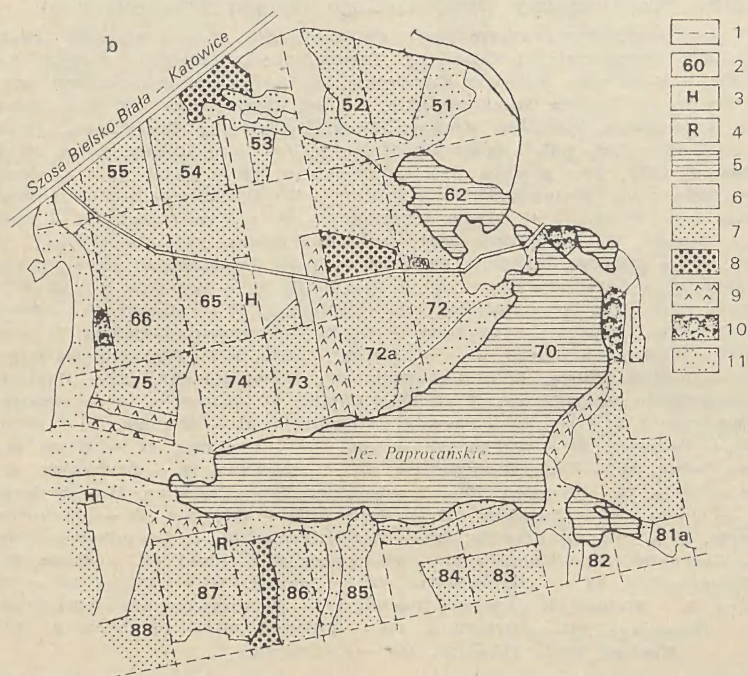
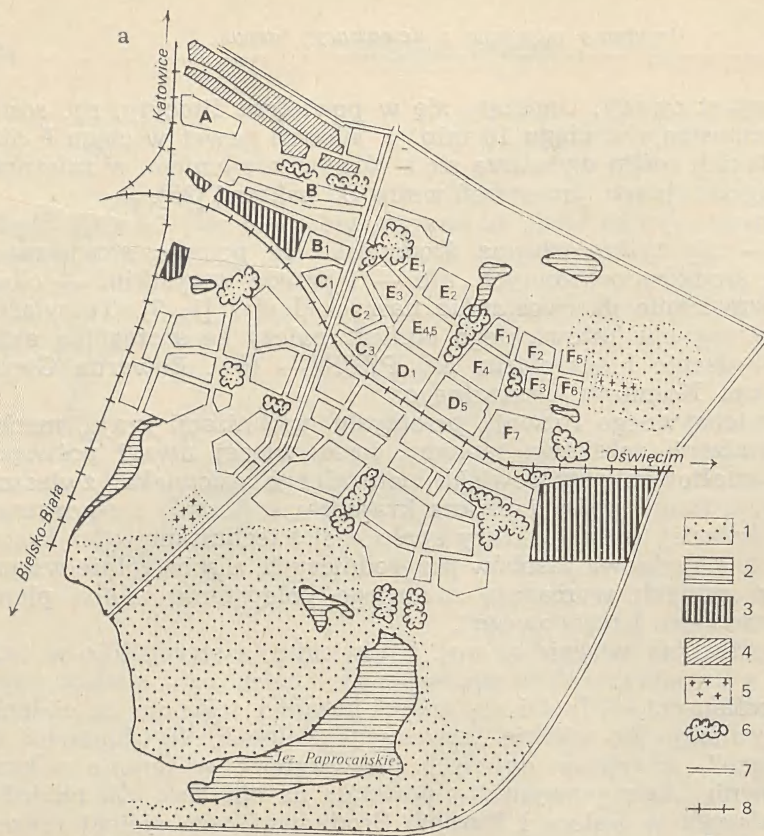
„W obliczu intensywnego rozwoju przemysłu, urbanizacji kraju, mechanizacji i chemizacji rolnictwa musimy coraz więcej uwagi poświęcać ochronie i kształtowaniu środowiska naturalnego człowieka, zwłaszcza wód, powietrza, ziemi, lasów i piękna krajobrazu. Rozwój i rekonstrukcja sieci osiedleńczej, infrastruktury społecznej i technicznej oraz kształtowanie, ochrona i odnowa zasobów przyrodniczych, a szczególnie wszystkich użytków rolnych wymagają znacznego polepszenia metod planowania przestrzennego i terenowego”.

Chyba nigdzie, jak właśnie w woj. katowickim, a szczególnie w GOP — w krainie o krajobrazie zdewastowanym i w większości pozbawionym naturalnej roślinności — budzi się wśród ludności tęsknota za zielenią. Tu właśnie realizuje się wielkie „inwestycje zielone”. W Chorzowie na tzw. „Agnieszce”, w rejonie dawnych biedaszybów, w terenie o krajobrazie dosłownie „księżycowym” — powstała na obszarze 576 ha jedna z najwspanialszych w Polsce i Europie Środkowej oaza zieleni rekrea-

Rys. 6. Leśny Pas Ochronny Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego

I — Lasy poddane rekultywacji w pierwszym etapie realizacji LPO, II — drugi etap rekultywacji lasów; L.P=Lasy Pszczyńskie, L.T-L=Lasy Tarnogórsko-Lublinieckie, L.O-Ch=Lasy Olkusko-Chrzanowskie, L.R-S=Lasy Rybnicko-Strzeleckie, K=Katowicki Park Leśny, III — sztuczne zbiorniki wodne: G=Jezioro Goczałkowickie, P=Jez. Paprocańskie, Po=Jez. Pogoria I, II, III, Prz=Jez. Przeczyskie, KG=Jez. Kozłowa Góra, R=Jezioro Rogoźnickie, D=Jez. Dzierżno, Pl=Jez. Pławniowickie, RM=„Rybnickie Morze”; IV — przybliżony zasięg 30-kilometrowej strefy zielonej GOP, V — granica woj. katowickiego, VI — miasta, VII — ośrodki rekreacyjno-wypoczynkowe: 1 — Wojewódzki Park Kultury i Wypoczynku, 2 — Dolina Trzech Stawów, 3 — Bolina, 4 — Słupna, 5 — Dolina Murkowska, 6 — Wesoła Fala, 7 — Rybki, 8 — Starganiec, 9 — Zadole, 10 — Bobrowa Wieś, 11 — Kochłowice, 12 — Radoszów, 13 — Wirek, 14 — Stawy, 15 — Ośrodek XX-lecia PRL, 16 — Park Powstańców Śląskich, 17 — Motocros, 18 — Skalka, 19 — Lasek Bytkowski, 20 — Pszczelnik, 21 — Bażanciarnia, 22 — Zielona, 23—25 — Pogoria I, II i III, 26 — Podlesie, 27 — Kazimierz, 28 — Maczki, 29 — Sosna, 30 — Jezioro, 31 — Wysoki Brzeg, 32 — Paprocany-Park, 33 — Paprocany-Camping, 34 — Łysina, 35 — Pasieki, 36 — Żabka-Kamienica, 37 — Kąpielisko Leśne, 38 — Park Gliwice-Zabrze, 39 — Maciejów, 40 — Dolina Słońca, 41 — Las Bytomski, 42 — Helenka, 43 — Rokitnica, 44 — Fazonka, 45 — Wzgórze Powstańców, 46 — Swierklaniec, 47 — Józefka, 48 — Rogoźnik, 49—51 — Ośrodki Przeczyska I, II i III, 52 — Łazy, 53 — Centuria, 54 — Krempa, 55 — Klucze, 56 — Bukowno, 57 — Buczyna, 58 — Tarka, 59 — Dąb, 60 — Chełmek, 61 — Kąty, 62 — Libiąż, 63 — Zacisze Leśne, 64 — Park Szczygłowice, 65 — Dębienko, 66 — Szymocice, 67 — Buk, 68 — Gzel, 69 — Ruda, 70 — Kamień, 71 — Paruszowiec, 72 — Palowice, 73 — Smieszek, 74 — Szybiarz, 75 — Obora, 76 — Tworów, 77 — Pszów, 78 — Wilchwa, 79 — Jankowice, 80 — Jastrzębie-Zdrój, 81 — Poręba-Brzeźce, 82 — Bażanciarnia, 83 — Goczałkowice-Zdrój, 84 — Skidziny, 85 — Chrzanów, 86 — Chechło, 87 — Energetyk, 88 — Płoki, 89 — Olkusz, 90 — Kobylica, 91 — Domaniewice, 92 — Ogrodzieniec, 93 — Miotek, 94 — Pilica, 95 — Poręba, 96 — Kamieniec, 97 — Zielona, 98 — Nakło-Chechło, 99 — Boruszowice, 100 — Strzybnica, 101 — Potepa, 102 — Borowian, 103 — Brzeźnica, 104 — Polomia, 105 — Pławniowice, 106 — Zacisze, 107 — Dzierżno, 108 — Czechowice

Źródło: Opracowanie własne wg danych Komitetu ds. Zagospodarowania LPO przy Urzędzie Wojewódzkim w Katowicach



Rys. 7. Projekt Nowotyskiego Parku Leśnego (wg Z Osńskiego)

a — 1. lasy; 2. jeziora; 3. przemysł; 4. Tychy Stare; 5. cmentarze; 6. zieleni; 7. drogi tranzyt.; 8. koleje; 9. Tychy Nowe (osiedla)
 b — 1. leśne linie oddział.; 2. numery oddziałów; 3. halizny; 4. role; 5. wody; 6. drzewostany młode I-II kl. w.; 7. drzewostany starsze III-IV kl. w.; 8. starodrzew V kl. w.; 9. drzewostan świerkowy; 10. drzewostan liściasty; 11. łąki

cyjnej: Wojewódzki Park Kultury i Wypoczynku [11]. Trwa przyspieszona budowa 200 km długości wieńca zieleni wokół GOP: Leśnego Pasa Ochronnego (LPO GOP), który w fazie docelowej obejmie powierzchnię ok. 180 tys. ha, przekraczając swym zasięgiem granice woj. katowickiego [14]. Około 30% tego obszaru zajmują lasy (rys. 6), jednak ich 50% nie nadaje się do zagospodarowania rekreacyjnego, wymagając gruntownej przebudowy istniejącej struktury drzewostanu. W całości jednak jest to wspólna inwestycja. Czynnych już jest obecnie 108 ośrodków rekreacyjno-wypoczynkowych, co pozwala w dni wolne od pracy wypoczywać na terenie LPO ok. 1,7 mln mieszkańców miast. Obok



Rys. 8. Rybnicki Okręg Węglowy — zielen i wypoczynek. Opracowanie własne [13]

1 — lasy, 2 — zabudowa miejska, 3 — wody, 4 — rejon lasów chronionych, 5 — rejon wypoczynku świątecznego, 6 — stadiony istniejące i projektowane, 7 — baseny otwarte istniejące i projektowane, 8 — pływalnie kryte (projektowane), 9 — projektowane tereny sportów wodnych, 10 — izochrony dojść pieszych, 11 — projektowany przebieg kanału Odra—Wiśła, 12 — projektowane zbiorniki wodne

mniejszych ośrodków rekreacyjnych, które powstały w rejonie prawie każdego miasta górnośląskiego, realizuje się w obrębie LPO również większe obiekty. Wspomniano już o powstającym KPL [16]. W rejonie miasta Tychy ma powstać Nowotyski Park Leśny (rys. 7), który obejmie część Lasów Kobiórskich, wchodzących w skład Puszczy Pszczyńskiej [17]. Podobnemu zagospodarowaniu poddane są lasy Rybnickiego Okręgu Węglowego (rys. 8) oraz Lasy Tarnogórsko-Lublinieckie na pograniczu województw: katowickiego i częstochowskiego [12, 13].

Zrealizowane i zaplanowane inwestycje zdążają więc w kierunku przekształcenia „Śląska Czarnego” w „Śląsk Zielony”. Oczywiście nie będzie on już sensu stricto zielony, bowiem do pierwotnego wyglądu sprzed wieków nie powróci. Jednak w znacznym stopniu zostanie zazieleniony. W roku 1978 zalesienie na terenie woj. katowickiego objęło obszar o powierzchni ok. 2600 ha, w tym 600 ha halizn i płązowin oraz 200 ha nieużytków. Już za 2 lata Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych w Katowicach całkowicie zakończy zagospodarowanie dotychczas nieprodukcyjnych powierzchni leśnych. W bieżącej pięcioletce co roku wykona się przebudowę drzewostanów na powierzchni 2300 ha.

Funkcji gospodarczych lasów woj. katowickiego nie można nie docenić. Jednak jak do tej pory pomimo czynionych wysiłków, funkcje te schodziły na drugi plan wobec postulatów wynikających z ochrony naturalnego środowiska. A przecież jest to problem nie tylko Śląska, czy ogólnopolski, ale w ogóle światowy. Podkreśla to dobitnie raport Sekretarza Generalnego ONZ U Tanta, że naruszając warunki ekologiczne, zagraża się zdrowiu ludzkiemu². Stąd właśnie apel ONZ adresowany do rządów państw o działanie świadome, a zatem o ochronę i rekultywację środowiska oraz o właściwą gospodarkę zasobami przyrody. Możemy już jednak stwierdzić, że woj. katowickie postępuje właśnie tą drogą. Coraz szerzej wprowadza się środki ochronne przeciw zanieczyszczaniu atmosfery, wód i gleby przez przemysł. Istniejący drzewostan podlega daleko idącej rekultywacji, zalesia się nowe tereny, powstają wspaniałe ośrodki rekreacyjno-wypoczynkowe. Zaistniała więc możliwość zachowania i poszerzenia obecnych lasów dla nas i dla przyszłych pokoleń.

LITERATURA

- [1] Bojarski Z., Kamieniecki F., Skawina T. — *Charakterystyka i ocena szkodliwego oddziaływania przemysłu na lasy*. Biuletyn Śląskiego Instytutu Naukowego w Katowicach, nr 55, 1965.
- [2] Buczek K. — *Ziemia polskie przed tysiącem lat (Zarys geograficzno-historyczny)*. Wrocław—Kraków 1960.
- [3] Hueck K. — *Pflanzengeographie Deutschlands*. Berlin 1936.
- [4] Jerzykowski T. — *Biologiczne i higieniczne aspekty promieniowania nadfioletowego w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym* (Rozprawa habilitacyjna Akademii Medycznej). Zabrze 1965.
- [5] Kępski J. — *Wpływ zakładów cynkowych „Szopienice” na osiedla mieszkalne*. Biuletyn d/s. GOP PAN, nr 54, 1962.

² Człowiek i jego środowisko. Raport Sekretarza Generalnego ONZ U Thanta z dnia 26 V 1969 roku (w:) Biuletyn Polskiego Komitetu do Spraw UNESCO.

- [6] Kozłowska A. — *Szata roślinna województwa śląskiego*. Katowice 1936.
- [7] Kulik L. — *Straty gospodarcze w produkcji lasu na skutek zanieczyszczeń powietrza*. Zeszyty Naukowe AGH, nr 155. Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniem. Zeszyt specjalny 12, Kraków 1967.
- [8] Leszczycki S., Tokarski Z. — *Niektóre problemy warunków bytowych w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym*. Wrocław—Warszawa—Kraków 1970.
- [9] Litewka C. — *Decybele atakują*. Żyjmy Dłużej, nr 8, 1969.
- [10] Litewka C. — *Powietrze jakim oddycha ludność świata*. Problemy, nr 9, 1969.
- [11] Litewka C. — *Wojewódzki Park Kultury i Wypoczynku na Górnym Śląsku jako obiekt turystyki, sportu i rekreacji*. Kultura Fizyczna, nr 9, 1970.
- [12] Litewka C. — *Problemy związane z rozwojem Częstochowskiego Okręgu Przemysłowego*. Czasopismo Geograficzne, nr 3, 1970.
- [13] Litewka C. — *Najważniejsze problemy związane z rozwojem Rybnickiego Okręgu Węglowego*. Przegląd Geograficzny, z. 1—2, 1971.
- [14] Litewka C. — *Leśny Pas Ochrony jako przyszły rejon turystyki, wypoczynku i sportu w województwie katowickim*. Kultura Fizyczna, nr 4, 1971.
- [15] Litewka C. — *Lasy Pszczyńskie — płuca przemysłowego Śląska*. Chrońmy Przyrodę Ojczyzną, z. 5—6, 1977.
- [16] Litewka C. — *Katowicki Park Leśny*. Aura, nr 5, 1978.
- [17] Osiński Z. — *Problemy projektowania Nowotyskiego Parku Leśnego*. Miasto, nr 8, 1961.
- [18] Paluch J. — *Wpływ zanieczyszczenia powietrza na środowisko przyrodnicze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 5, 1966.
- [19] Paprzycki E. — *Zasięg szkodliwego działania zanieczyszczeń powietrza na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego w oparciu o sosnę i świerk*. Biuletyn Komitetu d/s. GOP PAN, nr 1/2, 1956.
- [20] Paprzycki E. — *Wpływ zanieczyszczeń powietrza na lasy Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*. Biuletyn Komitetu d/s. GOP PAN, nr 59, 1962.
- [21] Paprzycki E. — *Próba sporządzenia mapy uszkodzeń drzewostanów przez dymy dla Nadleśnictwa Murecki k/Katowic*. Biuletyn Komitetu d/s. GOP PAN, nr 59, 1962.
- [22] Skawina T. — *Nadleśnictwo Mureki — gleby i ich dewastacja* (Maszynopis) Kraków 1961.
- [23] Wrona A. — *Ważniejsze problemy oddziaływania przemysłu na lasy GOP*. Miasto, nr 8, 1974.
- [24] Wrona A. — *Zanieczyszczenie powietrza w miastach konurbacji górnośląskiej*. Miasto, nr 3, 1972.
- [25] Żmuda S. — *Zmiany w elementach środowiska geograficznego konurbacji gopowskiej w wyniku gospodarczej działalności człowieka*. Z badań nad Górnośląskim Okręgiem Przemysłowym. Katowice 1967.
- [26] Żmuda S. — *Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego konurbacji górnośląskiej*. Warszawa—Kraków 1973.
- [27] Żuławski C. — *Wstępna analiza mapy glebowej GOP w skali 1:50 000*. Biuletyn Komitetu d/s. GOP PAN, nr 12, 1957.

ZASOBY JAŁOWCA POSPOLITEGO (*JUNIPERUS COMMUNIS*) W POLSCE

Niniejsze opracowanie ma dostarczyć pewne zasadnicze uzupełnienie do opublikowanych już w „Kosmosie” 4 artykułów o jałowcu, składających się z czasem na pierwszą jego monografię. Postaram się więc tu podać przybliżone zasoby jałowca pospolitego w Polsce, co powinno mieć zasadnicze znaczenie w racjonalnym planowaniu właściwego gospodarowania tymi zasobami.

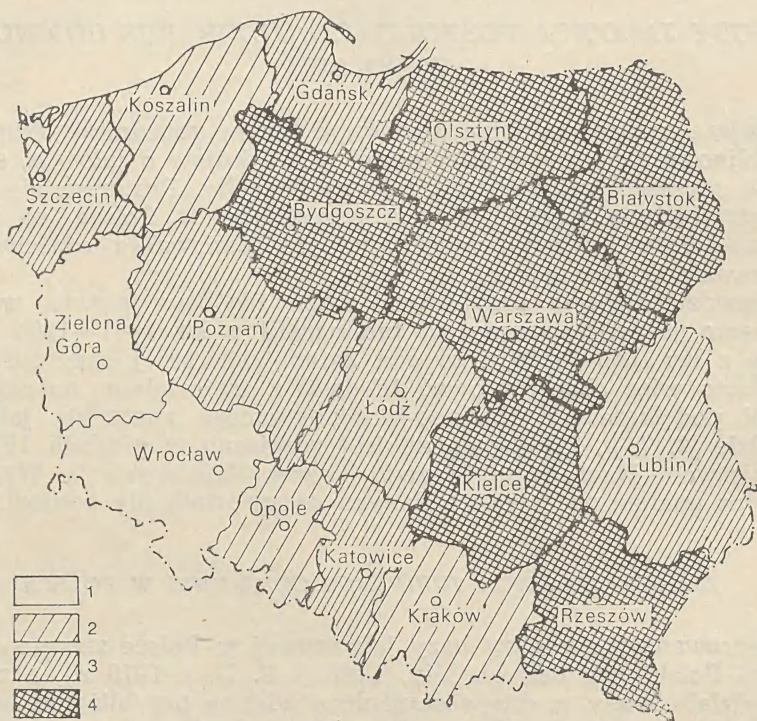
Wprawdzie istnieje przybliżona mapa zasobów jałowca w Polsce, lecz oparto jej opracowanie na bibliografii z lat 1901—1904 oraz na ankiecie z lat 1950—1960, i to pod kątem zielarskiej bazy surowcowej [19]. Warto więc skonfrontować te dane z materiałami nowszymi, zebranymi pod kątem hodowlano-biocenotycznego znaczenia jałowca w przyrodzie [2, 7, 9, 21]. Nową ankietę rozpisano w grudniu 1972 r., za pośrednictwem Naczelnego Zarządu Lasów Państwowych. Wyniki ankiety oraz analizę nadesłanych danych przeprowadzimy poniżej.

ZASOBY JAŁOWCA *JUNIPERUS COMMUNIS* W POLSCE

Przeprowadzenie analizy bazy jałowcowej w Polsce zaczęto od mapy lesistości Polski (wg danych Min. Leśn. i P. D. z 1970 r.), a następnie mapy udziału sosny w drzewostanach, a więc w przybliżeniu borów sosnowych w poszczególnych b. województwach. Sosna zwyczajna *Pinus silvestris* bowiem jest głównym gatunkiem współżyjącym z jałowcem *Juniperus communis*. Dane te pomocne były do analizy roli, jaką jałowiec może i powinien odegrać w naszej gospodarce narodowej, w poszczególnych regionach Polski. W regionach bardziej lesistych, zwłaszcza w Bydgoskiem, Białostockiem, Warszawskiem, Kieleckiem i Rzeszowskiem, z reguły ze znacznym udziałem borów sosnowych, najważniejszą rolę odegra jałowiec jako podstawowy składnik podszytów. W regionach zaś mniej lesistych, gdzie jałowiec występuje mniej obficie, głównym zadaniem, jakie przeznaczylibyśmy jałowcowi byłoby uproduktywnienie nieużytków i innych gruntów nieopłacalnych do produkcji rolnej. Dopiero na tym tle przystąpiono do analizy zasobów jałowca pospolitego *Juniperus communis* L., w oparciu o ankietę, przeprowadzoną w Polsce po raz pierwszy pod względem hodowlanym (rys. 1).

Największe zasoby jałowca na przestrzeni odkrytej znajdują się na terenie b. województwa rzeszowskiego (O.Z.L.P. Przemyśl), na terenie lasów niepaństwowych w b. województwie białostockim. W podziale największe zasoby jałowca występują na terenie b. woj. warszawskiego, białostockiego, bydgoskiego, olsztyńskiego i kieleckiego. Najmniejsze zasoby — poza ww. b. woj. olsztyńskim — występują na Zie-

miach Zachodnich, a zwłaszcza w b. woj. wrocławskim. Świadczy to z jednej strony o wytypowaniu jałowca przez Niemców, głównie w następstwie „sosnomanii”, dążącej do monokultur sosnowych, kosztem wszystkich innych gatunków, w tym krzewów; z drugiej strony — o zajęciu (z tych samych względów) przez bory sosnowe bogatszych siedlisk lasowych, nietypowych dla jałowca.



Rys. 1. Przybliżone hodowlane zasoby jałowca pospolitego *Juniperus communis* L. w Polsce wg inwentaryzacji z 1972 r.

1 — sporadyczne występowanie, 2 — umiarkowane, 3 — dość obfite (średnie), 4 — obfite

Nie ulega wątpliwości, że przy opracowywaniu regionalnych planów uwzględniania w potrzebnej skali jałowca w podszytach i dla uproduktowania nieużytków niezbędne będzie przeprowadzenie bardziej szczegółowej inwentaryzacji jałowca *Juniperus communis* na terenie poszczególnych nowych województw i nadleśnictw. Dopiero tak przeprowadzona inwentaryzacja pod kątem gospodarczych, i to głównie hodowlanych potrzeb — będzie mogła posłużyć do sporządzenia wierniejszej mapy zasobów *Juniperus communis*, niezbędnej do prowadzenia racjonalnej gospodarki zasobami jałowca w poszczególnych nadleśnictwach i regionach Polski. Ale nawet ta prowizoryczna inwentaryzacja dała duże korzyści. Zainteresowała leśników terenowych i innych przyrodników tym tak ważnym zagadnieniem i skłoniła do zapoznania się z areałem jałowca na swoim terenie.

Nadesłane bardziej starannie wypełnione ankiety dostarczyły tak wiele cennych danych. 30 nadleśnictw — w tym 2 z lubelskiego, 8 z

olsztyńskiego, 3 z opolskiego, 1 z poznańskiego, 1 z przemyskiego, 1 ze szczecińskiego, 4 z toruńskiego i 2 z zielonogórskiego — nadesłało cenne projekty na pomniki przyrody okazów jałowca a nawet 2 rezerwatów, zaprojektowanych przez b. Nadleśnictwo Lasowice Małe z opolskiego oraz przez b. Nadleśnictwo Chojna ze szczecińskiego. Nadleśnictwo Kołaczyn z przemyskiego sygnalizuje zjawisko zanikania — z niewiadomych przyczyn — jałowca na tym terenie. Wskazane jest przeprowadzenie odpowiedniej ekspertyzy.

Byłe Nadleśnictwo Przyborów z zielonogórskiego nadesłało optymistyczną wiadomość, że na tych dawnych ziemiach polskich, które znów powróciły do Macierzy, gdzie jałowiec został doszczętnie wyniszczony przez Niemców, obecnie pod troskliwą opieką leśnika polskiego *Juniperus communis* znów wraca na dawne swe stanowiska. W roku 1971 wprowadzono tu wyhodowane we własnych szkółkach 3000 dorodnych sadzonek jałowca.

Najważniejsze jednak, że przeprowadzona obecnie przybliżona inwentaryzacja zasobów jałowca umożliwi władzom centralnym i lokalnym planowe gospodarowanie naturalnymi zasobami jałowca, dla uintensywnienia produkcji naszych ubogich borów sosnowych oraz racjonalnego zagospodarowania licznych jeszcze nieużytków i innych powierzchni nieproduktywnych.

Razem na terenie całej Polski albo objęto ochroną, albo otoczono opieką jako projektowane na pomniki przyrody łącznie 155 jałowców oraz 12 grup jałowców po 10—50 sztuk. Utworzono 2 rezerваты jałowcowe oraz zaprojektowano jako rezerwat: jeden z grupą 150 jałowców, pokroju krzewiastego, w wieku przeciętnym 100 lat, o wysokości 3—6 m i pierśnicy do 10 cm, w b. Nadleśnictwie Chojna, oddz. 190 w Szczecińskim, oraz drugi na pow. 22 ha w formie 30—100-letniego podszytu o stopniu pokrycia powierzchni do 0,4 w b. Nadleśnictwie Lasowice Małe w Opolskiem.

Jako przykład bardziej szczegółowej inwentaryzacji, przeprowadzonej przez autora niniejszego artykułu podam dane z Puszczy Kampinoskiej, podając jednocześnie szereg niezbędnych danych wyjściowych. Dane te ułatwią przeprowadzenie analogicznych obserwacji i badań na swoim terenie innych badaczy i porównanie otrzymanych wyników na tle warunków przyrodniczych swojego regionu z wynikami w warunkach przyrodniczych Puszczy Kampinoskiej.

1. LEŚNE ZBIOROWISKA ROŚLINNE PUSZCZY KAMPINOSKIEJ

Opracowanie niniejsze oparto na nowej mapie fitosocjologicznej J. Wolaka oraz na własnych spostrzeżeniach.

We wschodniej części Puszczy Kampinoskiej, w której występują najbardziej typowe dla jałowca i sosny siedliska, dominuje zdecydowanie typ *Vaccinio myrtilli—Pinetum typicum*, facja z *Calluna vulgaris*, rzadziej facja mszysta lub *Cladonia Pinetum*, jeszcze rzadziej *Vaccinio myrtilli—Pinetum typicum*, facja zubożała.

W części środkowej od wschodu przeważa *Vaccinio myrtilli—Pinetum typicum*, facja mszysta. W środkowej części przeważa *Vaccinio myrtilli—Pinetum typicum*, facja z *Calluna vulgaris*. W zachodniej zaś występuje równorzędnie *Vaccinio myrtilli—Pinetum typicum* facja z *Calluna vulgaris* i *Pinetum molinosum*.

W północnej części Puszczy, położonej najbliżej Wisły, zwłaszcza w jej części wschodniej i środkowej dominuje typ *Vaccinio myrtilli*—*Pinetum typicum*, facja z *Calluna vulgaris* oraz facja mszysta. W zachodniej zaś jej części występują tu równorzędnie *Vaccinio myrtilli*—*Pinetum typicum*, facja z *Pteridium aquilinum*, facja świetlista i zubożała.

Prawie wszystkie powierzchnie badawcze, z których głównie wyniki podano w poprzednich artykułach o jałowcu w „Kosmosie”, były złożone w najbardziej dla jałowca i współbytującej z nim sosny odpowiednim zbiorowisku borowym *Vaccinio myrtilli*—*Pinetum typicum*, facja z *Calluna vulgaris* oraz facja z *Cladonia rangiferina* (na odkrytej przestrzeni) lub facja mszysta, rzadziej zubożała (w podszytach). Nawiązując do nazewnictwa B. Witolda-Alexandrowicza [1] i W. Niedziałkowskiego [11], wyróżniłbym dodatkowo, ze względu na występowanie jałowca i jego udowodniony dodatni wpływ na środowisko, dodatkowo następujące typy czy podtypy: *Vaccinio myrtilli*—*Pinetum juniperinum*, facja z *Calluna vulgaris*; *Vaccinio myrtilli*—*Pinetum juniperinum*, facja z *Cladonia rangiferina* oraz *Vaccinio myrtilli*—*Pinetum juniperinum*, facja z *Convallaria majalis*. Przyjęcie projektowanej przeze mnie dodatkowej nomenklatury byłoby tym bardziej uzasadnione, że na odkrytej przestrzeni leśne zbiorowiska z głównym gatunkiem *Pinus silvestris* nie są bynajmniej typowe (*Pinetum typicum*), gatunkiem zaś determinującym w zbiorowiskach roślinnych jest w danym wypadku z reguły *Juniperus communis*. W podszytach zaś proponowana dodatkowa nomenklatura miałaby o tyle zasadnicze znaczenie, że *Juniperus communis* jest podstawowym elementem rozgraniczającym drzewostany typu borów na zbiorowiska bardziej i mniej odporne biologicznie. A co najważniejsze — lepiej i gorzej produkcyjne. Właśnie głównie zależnie od występowania w danym zbiorowisku lub niewystępowania *Juniperus communis*.

2. ZASOBY JAŁOWCA KAMPINOSKIEGO

Dla przejrzystości wyniki inwentaryzacji z lat 1966—1970 zamieszczono w tabelach 1—3. W tabeli 1 podano najbardziej okazałe jałowce pomnikowe. Większość jałowców pomnikowych w Puszczy Kampinoskiej tworzy piękną formę piramidalną. W tabeli 2 podano zgrupowania jałowca na przestrzeni odkrytej, przy stopniu pokrycia powierzchni przez jałowiec od 30% wzwyż. W tabeli 3 podano zgrupowania *Juniperus communis* w podszytach, poczynając od zajmowania przez jałowiec już 10% powierzchni ze względu na duży wpływ jałowca podszytowego na glebę i wzrost sosny.

Tabela 1

Wyżniejsze pomnikowe okazy jałowca w Puszczy Kampinoskiej

Lokalizacja	Forma pokrewieństwa	Wiek	Wysokość Pierśnica	Typ siedliskowy
Nad Łasicą 200 m od mostku	piramidalnopienna	300 lat	12 m 16 cm	las świeży
Wydma Białe Góry	piramidalna	150 „	9 m 18 cm	bór suchy
1,5 km na wschód od nadleśniczówki Nadl. Kromnów	drzewiasta	350 „	9 m 20 cm	bór świeży

Tabela 2

Zgrupowania jałowca na pow. odkrytej w Puszczy Kampinoskiej

Lokalizacja	Powierzchnia	Stopień pokrewieństwa	Wiek	Wysokość
Na gruncie prywatnym w byłym nadleśnictwie Kampinos	30 ha	0,3—0,6	30 lat	1,5 m
Forty k. Kazunia	30 ha	0,5	45 lat	2,5 m
Uroczysko Niepust	300 ha	0,3—0,6	25 lat	1 m
Na południe od Bagna Łuze	50 ha	0,3—0,6	25 lat	1 m
Izabelin 3, przy przystanku autobusu 208	20 ha	0,3—0,6	30 lat	2 m

Razem na powierzchni odkrytej 430 ha 0,3—0,6 25—35 lat 1—2,5 m

Tabela 3

Zgrupowania jałowca kampinoskiego w podszytach

Lokalizacja i typ siedliska	Powierzchnia	Stopień pokrewieństwa	Wiek	Wysokość
Kampinos Bór świeży. <i>Vaccinio myrtilli-Pineto typicum</i> , facja mszysta	270 ha	0,3—0,4	30 lat	1,5 m
jw. V.m.-P.t., facja mszysta	100 ha	0,1—0,2	30 lat	1 m
„ V.m.-P.t., facja mszysta	1500 ha	pojed.	30 lat	1 m
Kromnów Bór świeży V.m.-P.t., facja z <i>Calluna vulgaris</i> świetlista	100 ha	0,3	30 lat	1 m
jw., facja świetlista	30 ha	0,3	30 lat	1 m
„ facja mszysta	100 ha	0,3	30 lat	1 m
„ facja z <i>Calluna vulgaris</i>	150 ha	0,2	30 lat	1 m
„ facja mszysta	250 ha	0,2	30 lat	1,5 m
„ facja z <i>Calluna vulgaris</i>	80 ha	0,1	30 lat	1 m
„ facja mszysta	220 ha	0,1	30 lat	1,5 m
„ facja z <i>Calluna vulgaris</i> i mszysta	1000 ha	0,1	25 lat	1,5 m
Laski, rejon Dziekanowa Leśnego — Sierakowa <i>Vaccinium myrtilli-Pineto typicum</i> , facja z <i>Calluna vulgaris</i> i mszysta	600 ha	0,3—0,5	35 lat	1,5 m
na pozostałym terenie Kampinoskiego Parku Narodowego <i>Vaccinium myrtilli-Pineto typicum</i> , facja z <i>Calluna vulgaris</i>	300 ha	0,2—0,3	35 lat	1,5 m
jw. facja mszysta	1000 ha	pojed.	25—35 lat	1—1,5 m
Razem w podszytcie	5700 ha	0,1—0,5	25—35 lat	1—1,5 m

Podanie zasobów jałowca kampinoskiego jest nie tylko ważne ze względu na reprezentatywność Puszczy Kampinoskiej dla większej części Polski niżowej. Pomocne też będzie z pewnością dla leśników i innych przyrodników, którzy zechcą podobną inwentaryzację i badania przeprowadzić na swoim terenie. Stanie się zaś to niezbędne przy przystąpieniu

przez władze leśne i inne władze regionalne do planowej gospodarki istniejącymi zasobami jałowca oraz podjęcia wprowadzania go na właściwych dla niego siedliskach jako pioniera na nieużytkach, wprowadzania go w lukowate uprawy i młodniki sosnowe, a być może nie tylko sosnowe, oraz w podszyty ubogich, prześwietlonych borów sosnowych, gdzie obecnie nie występuje, a występować powinien.

LITERATURA

- [1] Alexandrowicz Witold B. — *Typy siedliskowe lasów*, 1959.
- [2] Bobiński J. — *Jałowiec pospolity i jego rola w lesie*, s. 84, PWRiL, 1974.
- [3] Chaukowski J. — *Jałowiec w Szklarkach*. Czas. Przyr. R. IV, z. 4, s. 107, 108. Łódź, 1939.
- [4] Dzieczkowski A. — *Pomnikowy jałowiec w pow. tureckim, woj. poznańskie*. Przyr. Pol. Zach. R. III, nr 3—4, s. 269, 1959.
- [5] J. Z. D. — *Zabytkowe okazy jałowca*. Chroń. Przyr. Ojcz. R. XIII, z. 6. PWN s. 49—50. Kraków, 1957.
- [6] Kowalczyk K. — *Godne ochrony jałowce w pow. łaskim*. Czas. Przyr. R. V. z. 1—2, s. 70—79. Łódź, 1930.
- [7] Kowalczyk K. — *Jałowce w Teodorach pod Łaskiem*. Czas. Przyr. R. VIII, z. 1, s. 20. Łódź, 1934.
- [8] Kwiatkowska A. — *Rozporządzenie o ochronie gatunkowej roślin w Czechach*. Chroń. Przyr. Ojcz. R. XV, z. 3, s. 48, 49, 1959.
- [9] Mowszowicz J. — *Conspectus Florae Lodiensis*, cz. I. Wyd. III, nr 69 s. 375, Łódź, 1960.
- [10] Myczkowski S., Grabski S. — *Zbiorowiska leśne Doliny Czarnej Wody w Beskidzie Sądeckim*. Zesz. Nauk Rol. ŁTN, PAN T. 96, s. 149—191, 1959.
- [11] Niedziałkowski W. — *Typy florystyczne lasu sosnowego w Polsce środkowej i ich znaczenie gospodarczo-leśne*. T. II, s. 134—150, 1933.
- [12] Paczowski J. — *Lasy Białowieży*. Poznań, 1930.
- [13] Padechowicz Cz. — *Wielkie skupienie jałowców pod Łodzią*. Chroń. Przyr. Ojcz. R. XXI, z. 3, s. 41—43. PWN. Kraków, 1965.
- [14] Pawłowski B. — *Flora Tatr. Rośliny naczyniowe*. PWN, 1956.
- [15] Siciński J. — *Występowanie jałowca pospolitego *Juniperus communis* L. w woj. łódzkim*. Zesz. N.U.Ł. Ser. I z. 41, 1971.
- [16] Sokołowski A. W. — *Rezerwat jałowcowy Dobrzyce w pow. łaskim*. Przyr. Pol. Zach. R. VI, nr 1—4, s. 70—74, 1962.
- [17] Szeliga W. — *Sędziwy jałowiec*. Chroń. Przyr. Ojcz. z. 4, s. 53, 1971.
- [18] Świeboda M. — *Pomnikowe drzewa w woj. rzeszowskim*. Roczn. Dendr. Vol. XXIII, s. 141—156. Warszawa, 1969.
- [19] Turowska J., Skwara J. B. i in. — *Mapy rozmieszczenia niektórych dziko rosnących w Polsce roślin leczniczych*. Ziel. Biul. Inf. Jałowiec pospolity, 1962.
- [20] Wodziezko A., Krawiec F., Urbański J. — *Pomniki i zabytki przyrody Wielkopolski*. Poznań, 1938.
- [21] Zaremba R. — *O drzewiastych formach jałowca oraz jego biologii i zastosowaniu*. Roczn. Dendr. R. XIX. Warszawa, 1965.

MIECZYŚŁAW CZEKAŁSKI

Zakład Botaniki Ogólnej
AR Poznań

BARSZCZ SOSNOWSKIEGO — *HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN. — BIOLOGIA I WARTOŚĆ UŻYTKOWA

WSTĘP

Produkcja pasz to obecnie jedno z najważniejszych zadań naszego rolnictwa. Zwiększenie produkcji pasz pochodzenia roślinnego osiągnąć można w wyniku intensyfikacji uprawy roślin tradycyjnych oraz na drodze wprowadzenia do uprawy rolniczej nowych gatunków zarówno z flory rodzimej, jak i z flor obcych.

Spośród 50 zbadanych w Związku Radzieckim nowych gatunków roślin paszowych najwyższą ocenę pod względem produktywności i wartości pokarmowej uzyskał barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Manden.). Oprócz gatunku wymienionego znaczenie gospodarcze posiadać może jeszcze ok. 10 innych, przede wszystkim zaś barszcz Mantegazziego (*H. mantegazzianum* Somm. et Lev.). Barszcz ten występuje także u nas na kilku zdziczałych stanowiskach w woj. szczecińskim oraz w niektórych ogrodach botanicznych, gdzie wyrasta do ponad 3 m wysokości i wydaje zdolne do kiełkowania nasiona [1, 3, 14].

CHARAKTERYSTYKA MORFOLOGICZNA I WYSTĘPOWANIE

Rodzaj *Heracleum* L. (*Umbeliferae* — baldaszkowate) liczy ok. 70 gatunków. Są wśród nich rośliny monokarpiczne, polikarpiczne i o rozwoju przemiennym, tzn., że w obrębie populacji danego gatunku pewne osobniki zakwitają raz w życiu i po wydaniu owoców zamierają oraz takie, które kwitną i owocują 2 lub 3 razy w ciągu swojego życia, np. *Heracleum sibiricum* L. Większość barszczy to rośliny bardzo okazałe, osiągające 3—4 m wysokości, o ogromnych liściach. Gatunków o niskim wzroście jest mało.

W stanie naturalnym barszcze występują w Europie, Azji, Ameryce i w Północnej Afryce. W Eurazji północna granica ich zasięgu dochodzi do 60—70° szerokości geograficznej północnej. Na południu niektóre gatunki spotykane są w Azji Mniejszej oraz na Ceylonie i w Etiopii.

Barszcz Sosnowskiego opisany został przez gruzińską botaniczkę I. P. Mandenową w 1944 r., otrzymując nazwę gatunkową ku czci znanego badacza flory Kaukazu D. I. Sosnowskiego [13].

Barszcz Sosnowskiego w stanie naturalnym występuje tylko w Związku Radzieckim i jest gatunkiem endemicznym dla flory Kaukazu. Stanowi główny składnik wysokotrawiastych zbiorowisk roślinnych central-

nej i wschodniej części Wielkiego Kaukazu oraz południowo-zachodniego i wschodniego Zakaukazia. Rośnie na skraju lasów i na polanach, na osłoniętych stokach górskich, w zagłębieniach i w dolinach rzek, wśród krzewów. Często spotyka się lite zarośla barszczu zajmujące powierzchnię od 1—25 ha na glebach żyznych, wilgotnych, o odczynie obojętnym lub słabo kwaśnym [4].

Rośliny w fazie generatywnej mają silną, okrągłą, bruzdowaną, pełną, soczystą łodygę od 1,5—4,5 m wysokości. Średnica jej u nasady wynosi 6—8 cm, a masa 2—4 kg. W górnej części łodyga jest rozgałęzioną. Liście są bardzo duże, zmiennego kształtu. Długość liści najniższej położonych łącznie z ogonkiem wynosi 1,5—2 m, długość i szerokość samej blaszki 60—120 cm. Liście górne są mniejsze. Łodyga główna i boczne zakończone są kwiatostanem — baldachem złożonym. Centralny baldach zbudowany z 50—120 baldaszków osiąga średnicę 30—75 cm. Baldaszków rozmieszczone są w 5 kręgach i każdy z nich zawiera do 57 kwiatów. Średnica i liczba kwiatów w kwiatostanach zmniejsza się od zewnątrz ku środkowi. Centralny kwiatostan składa się z 3—8 tys. kwiatów, boczne — z 1,5—3,5 tys. kwiatów. Kwiaty są białe dwójakiego rodzaju: 1 — promieniste, o średnicy 6—7 mm, znajdują się one w środkowej części baldachów i 2 — zygomorficzne, o średnicy 16—20 mm, brzeżne. Kwiaty są przedprątne, owadopylne. Owocem jest rozłupka złożona z 2 niełupiek. Masa 1000 owoców wynosi 12—15 g. Jedna roślina może wydać 60—120 g nasion. Posiadają one mały i słabo rozwinięty zarodek. Stopień rozwoju zarodka uzależniony jest od miejsca położenia nasienia w kwiatostanie. W warunkach naturalnych nasiona upadłe na powierzchnię gleby zachowują zdolność kiełkowania do wiosny przyszłego roku.

Podstawowa masa jego systemu korzeniowego rozwija się na głębokości 0—30 cm. Korzenie są mięsiste, przy uszkodzeniu wydzielają jasno-żółtą ciecz o silnym zapachu olejków eterycznych i właściwościach parzących.

WZROST I RÓŻNICOWANIE

Barszcz Sosnowskiego jest rośliną wieloletnią monokarpiczną, raz w życiu wydaje owoce, po czym zamiera. Według niektórych badaczy cykl życiowy barszczu dzieli się na 2 okresy: 1) młodociany i 2) reprodukcyjny. Pierwszy okres w zależności od warunków trwa od 1 roku do 8—10 lat i dłużej.

Barszcz Sosnowskiego jest rośliną typu ozimego. Przy siewie jesiennym nasiona kiełkują już w temperaturze 1—2°C, ale wschody pojawiają się dopiero wiosną przyszłego roku, gdy wierzchnia warstwa gleby nagrzej się do temperatury 7—10°C. Pierwszy liść właściwy pojawia się na 10—12 dzień po wschodach. Następne co 10—15 dni. W okresie wegetacyjnym roślina rozwija 6—12 liści zebranych w rozetę. W pierwszym roku uprawy, w dobrych warunkach, rośliny dorastają do 100—150 cm wysokości. W drugim roku i w następnych latach wiosenne wznawianie wzrostu (odrastanie) zaczyna się bardzo wcześnie, kiedy występują jeszcze przymrozki do minus 5—6°C, a średnia temperatura dobową wynosi 2—3°C. Najszybszy wzrost liści występuje po 20—25 dniach od rozpoczęcia odrostu, dobowe przyrosty na długość i szerokość wynoszą wtedy 5—8 cm. Po 40—45 dniach rośliny osiągają wysokość 150—170 cm.

Osobniki, które w swoim rozwoju przeszły okres młodociany, wczesną wiosną formują stożek wzrostu dający początek pędowi kwiatostanowemu, który po 20—25 dniach osiąga 170—200 cm wysokości, dobowe przyrosty na długość w tym czasie wynoszą średnio 10 cm. W następnych 10—15 dniach tempo wzrostu ustaje, średnie przyrosty dobowe wynoszą 4,5 cm. Wysokość dojrzałych pędów kwiatostanowych dosięga do 3—3,5 m, a czasami do 4,5 m. Pierwszy zakwita baldach centralny, po 7—12 dniach następne — na pędach bocznych. Kwitnienie całej rośliny trwa 20—30 dni, łanu 40—45 dni. Nasiona dojrzewają w ciągu 30—40 dni. Po wydaniu owoców rośliny obumierają. Rośliny nie owocujące w danym roku pozostają zielone do późnej jesieni, jednakże gromadzenie biomasy ustaje w połowie lata.

Roślina barszczu posiada tylko jeden pąk wznowienia dający początek pędowi generatywnemu. Pąki boczne (kątowe) liści odziomkowych pozostają przeważnie w stanie uśpienia. Po skoszeniu rośliny w okresie wzrostu pędu kwiatostanowego lub w fazie pąka kwiatostanowego pąki śpiące się uaktywniają dając początek pędom generatywnym drugiego rzędu. Po ich skoszeniu powstają pędy trzeciego rzędu itd., dopóty, dopóki roślina nie ulegnie zniszczeniu i nie zginie.

WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE, SKŁAD CHEMICZNY I WARTOŚĆ PASTEWNA

Barszcze są roślinami zawierającymi szereg substancji biologicznie czynnych, przede wszystkim związków kumarynowych, ich pochodnych oraz olejków eterycznych. Niektóre furokumaryny, a zwłaszcza bergapten, ksantotoksyna i angelicyna wykazują właściwości fotosensybilizacji, tzn. zwiększają reakcję organizmów zwierzęcych i człowieka na światło i pod jego wpływem przejawiają aktywność fotodynamiczną. Aktywność ta ujawnia się zarówno przy zewnętrznym kontakcie soku rośliny np. ze skórą zwierząt lub ludzi, jak i przy obecności soku wewnątrz organizmu, wywołując oparzenia lub powstawanie dermatyd, zmusza to ludzi do ostrożnego obchodzenia się z barszczem. Furokumaryny zachowują częściowo swą aktywność także w kiszonce, nie na tyle jednak aby mogło to szkodzić zwierzętom.

Olejki eteryczne barszczu działają niszcząco na niektóre patogeny zwierzęce. Najwięcej olejków zawierają owoce. Z 8—10 q owoców zebranych z 1 ha plantacji otrzymać można 40—90 kg olejków. Dzięki zawartości furokumaryn i olejków eterycznych barszcz posiada właściwości allelopatii w stosunku do mikroflory glebowej i epifitycznej a także — roślin wyższych.

Skład chemiczny zielonej masy barszczu Sosnowskiego w zależności od fazy rozwojowej roślin ilustruje tab. 1. Średnia zawartość cukrów w absolutnie suchej masie wynosi 19—23% (w ogonkach liściowych i łodygach dochodzi do 33%). Minimum cukrowe barszczu wynosi 9,7—10,8%, co czyni go dobrą rośliną kiszonkową.

Barszcz stosowany jest przede wszystkim do sporządzania kiszzonek, rzadko do skarmiania w postaci zielonki. 100 kg zielonki zawiera 14—15 jednostek pokarmowych. Na jedną jednostkę przypada 90—120 g białka strawnego [13]. Wartość pokarmową kiszzonki ilustruje tab. 2. W doświadczeniach żywieniowych dobową dawką kiszzonki dla bydła wyno-

Tabela 1

Skład chemiczny zielonej masy barszczu Sosnowskiego w zależności od fazy rozwoju roślin i miejsca uprawy
(wg różnych autorów z P.P. Wawilowa i A.A. Kondratiewa, 1975)

Faza rozwoju roślin, data	Sucha masa %	W procentach absolutnie suchej masy				Miejsce uprawy
		białko	tłuszcz	bezatotowe wyciągowe	celuloza	sole mineralne
15 czerwiec	10,4	22,0	2,71	47	16,4	12,1
1 lipiec	11,6	17,3	3,75	49	—	8,5
15 lipiec	12,0	15,1	3,52	50	16,9	14,3
30 lipiec	14,0	14,7	3,25	55	17,3	10,1
24 sierpień	12,0	17,5	2,38	54	15,9	9,8
Rośliny owocujące i nieowocujące w pierwszym—drugim roku życia						
Początek wzrostu lodygi — 25.V.	11,7	22,1	3,8	50	14,2	9,4
Faza pączka kwiatostan — 15.VI.	13,0	17,2	3,0	55	15,0	9,8
Kwitnienie — 22.VI.	12,3	13,7	3,8	57	17,4	8,8
Kwitnienie	13,8—15,0	9,4—13,1	—	—	20,8—24,2	7,8—8,5
Początek fazy pączka kwiatostan	15,0	20,4	—	51,6	18,1	15,1
Kwitnienie	11—13	9—11	—	—	—	9—12
Rośliny owocujące i nieowocujące różnego wieku						
Początek wzrostu lodygi — 25.V.	11,7	22,1	3,8	50	14,2	9,4
Faza pączka kwiatostan — 15.VI.	13,0	17,2	3,0	55	15,0	9,8
Kwitnienie — 22.VI.	12,3	13,7	3,8	57	17,4	8,8
Kwitnienie	13,8—15,0	9,4—13,1	—	—	20,8—24,2	7,8—8,5
Początek fazy pączka kwiatostan	15,0	20,4	—	51,6	18,1	15,1
Kwitnienie	11—13	9—11	—	—	—	9—12

Republika Komi (1971)

„

„

„

„

Ukraina (1964)

„

„

Republika Komi (1971)

Leningrad (1970)

Mińsk (1965)

Tabela 2

Wartość pokarmowa kisonki z barszczu Sosnowskiego
(wg różnych autorów z P. P. Wawiłowa i A. A. Kondratiewa, 1975)

Miejsce uprawy — obwody	Sucha masa %	pH	Kwasy organiczne w % świeżej masy			W procentach absolutnie suchej masy							Zawartość w 100 kg kisonki			Karoten mg w 1 kg kisonki
			mlekowy	octowy	masłowy	białko	celuloza	sole mine- ralne	tluszcz	bezażotowe	wyciągowe	CaO	P ₂ O ₅	jednostek pokarmo- wych	białka strawnego kg	
Murzański (1955)	11,0	—	1,45	—	—	9,2	18,6	12,4	5,4	54,5	—	—	—	—	—	—
Republika Koni (1966, 1970)	10,1	4,0	1,57	0,70	0,0	14,4	29,9	10,0	3,8	42,2	—	1,21	—	16,0	1,70	32
Żytomierski (1964)	12,7	—	—	—	—	18,4	23,9	14,8	6,2	36,8	—	—	—	—	—	55
Miński (1966)	16,0	3,8— 4,2	0,83	0,30	0,0	10,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chmielnicki (1969)	17,5	—	—	—	—	14,4	26,5	10,3	6,0	42,7	—	—	—	13,8	1,69	—
Leningradzki (1970)	15,0	4,5	0,87	0,45	0,0	13,0	19,6	15,7	—	41,6	—	1,86	0,37	15,3	1,34	10
Moskiewski (1970), 1972)	15,3	—	—	—	—	14,5	22,0	13,8	9,3	40,4	—	—	—	17,0	1,62	—

Tabela 3

Strawność składników pokarmowych zawartych w kiszonce, w procentach ilości ogólnej
(wg różnych autorów z P. P. Wawilowa i A. A. Kondratiewa, 1975)

Miejsce uprawy	Składniki pokarmowe							Energia kcal/kg*
	sucha masa	substancja organiczna	białko	celuloza	tłuszcz	bezasotowe wyciągowe	Ca	
Kaukaz (1941)	—	—	64,0	76,0	81,0	—	—	—
Republika Komi (1966)	50,7	59,9	59,4	55,9	78,6	61,6	57,0	56,7
Obwód Moskiewski (1970)	—	79,0	73,0	64,0	—	76,0	—	—
Obwód Leningradzki (1970)	72,8	76,8	70,7	77,3	85,6	76,6	—	—

* 1 kcal = 4186 J

siła 30—50 kg. Zjadana była w 90%, a niekiedy w całości. W kiszonce słabnie zapach olejków eterycznych, tym samym poprawia się jej smak. Nie zauważono również ujemnego wpływu kiszonki na biochemiczny skład mleka i mięsa. Strawność składników pokarmowych zawartych w kiszonce w procentach ilości ogólnej ilustruje tab. 3. Różnice w stopniu strawności tkwią w niejednakowej jakości kiszonek, skarmianiu jej przez różne kategorie zwierząt, w zróżnicowanej strukturze dawek pokarmowych. Tym niemniej przyswajalność składników pokarmowych uznać należy za zadowalającą. Według Tomma [cyt. z 13] 100 kg kiszonki zawiera 9,1 jednostek pokarmowych i 1,1 kg białka strawnego. W republice Komi kaloryczność 1 kg kiszonki o wilgotności 83,4% wynosiła 600 kcal.

ZARYS HISTORII INTRODUKCJI

Wiadomości o stosowaniu barszczu w celach spożywczych i w medycynie ludowej są obszerne i sięgają starożytności. Na Kaukazie 2—3 tys. lat temu służył do sporządzania sałatek, solonek, marynat, zup itp. Obecnie barszcz pozyskiwany ze stanowisk naturalnych używany jest do sporządzania kiszonek dla zwierząt.

W roku 1932 introdukowano barszcz w ogrodzie botanicznym Akademii Nauk Związku Radzieckiego na Półwyspie Kola. Intensywne studia nad barszczami rozpoczęto ok. 1947 r. i do połowy lat 50 przebadano dość dokładnie około 28 gatunków. Barszcz Sosnowskiego uprawiany jest w ponad 50 obwodach północno-zachodniej RFSSR, w Komi, w republikach przybaltyckich, na Białorusi i Ukrainie. Z każdym rokiem uprawa tej rośliny rozszerza się coraz bardziej.

W latach 1960—1963 barszcz Sosnowskiego introdukowany był w NRD, w Polsce, Jugosławii i w innych krajach, gdzie obecnie prowadzone są doświadczenia nad jego uprawą. W Polsce próbę uprawy barszczu na małą skalę, w celu pozyskania surowca zielarskiego przeprowadzono już w końcu lat pięćdziesiątych w ogrodzie roślin leczniczych Akademii Medycznej we Wrocławiu [5]. Obecnie doświadczenia z uprawą barszczu Sosnowskiego na paszę prowadzone są w Zakładzie Roślin Pastewnych IHAR w Krakowie [6], w Zootechnicznym Zakładzie Doświadczalnym Lipowa k. Żywca [9, 10], w niektórych gospodarstwach wojewódzkich ośrodków postępu rolniczego, a także w kilku Państwowych Gospodarstwach Rolnych. Doświadczenia te potwierdzają wysoką wartość paszową barszczu.

OGÓLNE WIADOMOŚCI O UPRAWIE

Wymagania ekologiczne. Rośliny barszczu wytrzymują temperatury do minus 25°C, pod śniegiem — do minus 40—45°C. Starsze rośliny są mniej odporne. Barszcz jest rośliną dnia obojętnego. Wymaga oświetlenia intensywnego, zwłaszcza w pierwszym roku życia. Jest mezofitem. Udaje się na glebach lekko i średnio gliniastych, na piaszczysto-gliniastych, zasobnych w wilgoć i w przyswajalne składniki pokarmowe, o pH 5,5—7,0.

Agrotechnika. Barszcz jest rośliną o wysokich wymaganiach pokarmowych. Kwintal suchej masy (w fazie dojrzałości kośnej) zawiera średnio: 1,8—2,5 kg N, 0,6—0,7 kg P, 2,3—2,6 kg K i 0,7—1,2 kg Ca.

Uprawia się go na polu wydzielonym z płodozmianu. Orkę głęboką z przedplużkiem przyorującą obornik w ilości 40—60 ton/ha zaleca się wykonać pod przedplon. Po zbiorze przedplonu rozsiewamy nawozy fosforowo-potasowe i przeprowadzamy orkę siewną.

Siew. Z powodu zróżnicowanej głębokości spoczynku nasion terminy siewu muszą być dostosowane do strefy klimatycznej i rejonu. Stosuje się siew jesienny, zaraz po zbóżach ozimych. Nasiona przeznaczone do siewu wiosennego muszą być stratyfikowane w ciągu 60—90 dni w temperaturze 2—5°C i wysiewane wcześniej. Polowa siła kiełkowania nasion świeżo zebranych wynosi 55—65%. Po roku przechowywania nasion spada ona do 30—50%, a po 3—4 latach kiełkują już tylko pojedyncze nasiona.



Rys. 1. Barszcz Sosnowskiego — pokrój rośliny

Powszechnie stosuje się siew kwadratowo-gniazdowy 70×70 i 70×30—40 cm lub 60×60 i 60×30—40 cm. Ostatnio wprowadzany jest siew szerokorzędowy z równomiernym rozmieszczeniem nasion w rzędzie, co 10 cm. Przy pierwszym sposobie wysiewu w każdym gnieździe umieszcza się po 30—50 nasion, na 1 ha wychodzi około 15—20 kg, a przy drugim (rzędy co 60—70 cm) — 25—30 kg nasion. Optymalną głębokość wynosi 2 cm.

Pielęgnacja. Wschody barszczu są nierównomierne, a młode siewki rosną początkowo bardzo wolno. Do zwalczania chwastów stosowane są herbicydy z grupy triazyn — simazin i prometryn, przed wschodami. W okresie wegetacji gleba w międzyrzędziach spulchniana jest trzykrotnie na głębokość 8—12 cm, a rośliny dokarmiane nawozami mineralnymi.

Trwałość plantacji zależy w dużym stopniu od liczby pokosów i terminów ich wykonania. Zwykle zbiera się 2—3 pokosy. W celu przedłużenia trwania plantacji zaleca się użytkowanie przemienne, w jednym roku

— 1 pokos, w drugim — 2 pokosy itd., a także okresowe pozostawienie plantacji dla pozyskania nasion [7, 8, 11—13].

Zbiór. Zbiór zielonki z przeznaczeniem na kiszonkę przeprowadza się pod koniec fazy pączka kwiatostanowego — na początku kwitnienia. Ze względu na dużą masę i grube łodygi jest to przedsięwzięcie trudne. Zieloną masę przeznaczoną do kiszenia tną się na odcinki 8—10 cm. Tymczasowo wykorzystuje się do zbiorów kombajny KS-2,6 i KS-2,6M.

W korzystnych warunkach uprawy plony zielonki nierzadko wynosiły 1500—2650 q/ha. Plon suchej masy wynosił 180—350 q, białka 25—40 q. Plon maksymalny daje barszcz w drugim roku życia. Udział blaszek liściowych w strukturze plonu wynosi 40—70%.



Rys. 2. Kwiatostany barszczu Sosnowskiego

Pozyskanie nasion. Na zbiór nasion przeznacza się plantacje stare lub zakładane są specjalne pola nasienne. Plon nasion z 1 ha wynosi średnio 6 q, ale może dochodzić do 10—12 q. Nasiona dojrzewają nierównomiernie. Najlepsze jakościowo występują na centralnym baldachu. Zbiór ich dokonujemy z chwilą żółknięcia kwiatostanów, przed rozpadem rozłupiek. Używa się w tym celu maszyny SM-2,6.

Likwidacja starych plantacji. Likwidacja plantacji następuje wiele pracy. Najpierw przeprowadza się głęboką orkę, następnie przez rok uprawiane są rośliny jednoroczne, a odbijające rośliny barszczu niszczymy herbicydami.

Środki ostrożności przy pracy z barszczem. Sok barszczu zawierający związki furokumarynowe wywołuje na skórze ludzi dermatydy i oparzenia od I do III stopnia włącznie. Najczęściej spotykane są oparzenia I stopnia. Podczas pracy z barszczem należy zachować wszelkie środki ostrożności, konieczne są rękawice ochronne.

ZAKOŃCZENIE

Barszcz Sosnowskiego jest niewątpliwie obiecującą rośliną pastewną. Szereg jego niekorzystnych właściwości można będzie prawdopodobnie usunąć lub złagodzić w wyniku prac hodowlanych. Tymczasem do najbardziej niekorzystnych właściwości tej rośliny zaliczyć należy:

1. Monokarpiczność roślin. W obrębie rodzaju *Heracleum* znane są jednakże gatunki polikarpiczne nieznacznie tylko pod względem produktywności ustępujące barszczowi Sosnowskiego, np. *H. ponticum* Schschk., *mantegazzianum* Somm. et Lev., *trachyloma* Fisch. et Mey., mogące odegrać ważną rolę w hodowli.

2. Fotodynamiczna aktywność roślin. Są jednak w obrębie *H. sosnowskyi* populacje o niskiej zawartości związków furokumarynowych.

3. Głęboki spoczynek nasion, utrudniający w praktyce stosowanie siewu wiosennego.

4. Powolny wzrost i rozwój roślin bezpośrednio po wschodach, do momentu wykształcenia 5—6 liści. Przyspieszenie tempa wzrostu roślin w początkowym okresie zabezpieczyłoby zwiększenie plonu w pierwszym roku życia i uprościłoby technologię uprawy barszczu.

LITERATURA

- [1] Balcerkiewicz S. — *Barszcz kaukaski (Heracleum mantegazzianum Somm. et Lev.) we wsi Parnica w powiecie gryfińskim*. Bad. Fizj. nad Polską Zach. T. 25, S.B. 1972.
- [2] Charkiewicz S. S. i in. — *Borszczewik Sosnowskiego — wysokourażajnoje kormowoje rastienije*. „Naukowa dumka”, Kijów. 1964.
- [3] Ćwikliński E. — *Heracleum mantegazzianum Somm. et Lev. — roślina mało znana*. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, nr 39. 1973.
- [4] Grossgejm A. A. — *Flora Kawkaza*. T. 7. Izdatielstwo „Nauka”, Leningrad. 1967.
- [5] Kostecka-Mądalska O. — *Heracleum Sosnowskyi Manden. w ogrodzie roślin leczniczych*. A.M. we Wrocławiu. Wiad. Bot. t. 6, z. 2, 1962.
- [6] Lutyńska R. — *Wysokoplonująca roślina pastewna z rodziny baldaszkowatych*. Nowe Roln. nr 20. 1974.
- [7] Miedwiediew P. F. — *Matorasprostranniennyye kormowyje kultury*. Leningrad. 1970.
- [8] Miedwiediew P. F., Sidorow F. F. — *Nowyye mnogolietniye kormowyje rastienija*. Leningrad. 1970.
- [9] Pasieka E. — *Wstępne wyniki badań nad barszczem z gatunku Heracleum Sosnowskyi*. Nowe Roln. nr 10. 1977.
- [10] Pasieka E. — *Wartość pokarmowa kiszonki sporządzonej z barszczu gatunku Heracleum Sosnowskyi*. Nowe Roln. nr 23. 1977.
- [11] Wawiłow P. P. — *Silosnyje rastienija i ich kultura w Komi ASSR*. Suktywkar. 1956.
- [12] Wawiłow P. P. — *Nowyye silosnyje kultury*. „Kołos”. Moskwa. 1969.
- [13] Wawiłow P. P., Kondratiew A. A. — *Nowyye kormowyje kultury*. „Rosselchoisdat”. Moskwa. 1975.
- [14] Wróbel-Stermińska W. — *Obserwacje nad Heracleum Mantegazzianum Som. et Lev.* Wiad. Bot. t. II, z. 4. 1958.

ROZKŁAD TEMPERATURY EFEKTYWNEJ I EKWIWALENTU
TERMICZNEGO WIATRU NA OBSZARZE ANTARKTYKI

Obok czynnika termicznego i radiacyjnego wiatr jest podstawowym elementem klimatu wpływającym na bilans cieplny organizmu człowieka. Jego bioklimatyczny efekt, podobnie jak efekt promieniowania słonecznego, wyrażać można w formie termicznego ekwiwalentu ($^{\circ}\text{C}$). Założenie to legło u podstaw pojęcia temperatur efektywnych i radiacyjno-efektywnych, które są kompleksowym ujęciem temperatury, wilgotności, ruchu powietrza i promieniowania, bądź też, w przypadku osłony przed ruchem powietrza (wiatrem) lub promieniowaniem, tylko dwóch lub trzech pierwszych czynników.

Obliczenie przy danej temperaturze powietrza różnicy między temperaturą efektywną uwzględniającą prędkość wiatru oraz zakładającą osłonę przed tym czynnikiem pozwoliłoby zatem na ilościowe wyrażenie w jednostkach temperatury o jaką wielkość wiatr obniża temperaturę odczuwalną przez organizm człowieka. Z opracowania autora [4] wynika, że w najgorętszych rejonach kuli ziemskiej ten termiczny ekwiwalent ochładzającego efektu wiatru wynosi poniżej $1-2^{\circ}\text{C}$, a w najmroźniejszych przekracza 30° .

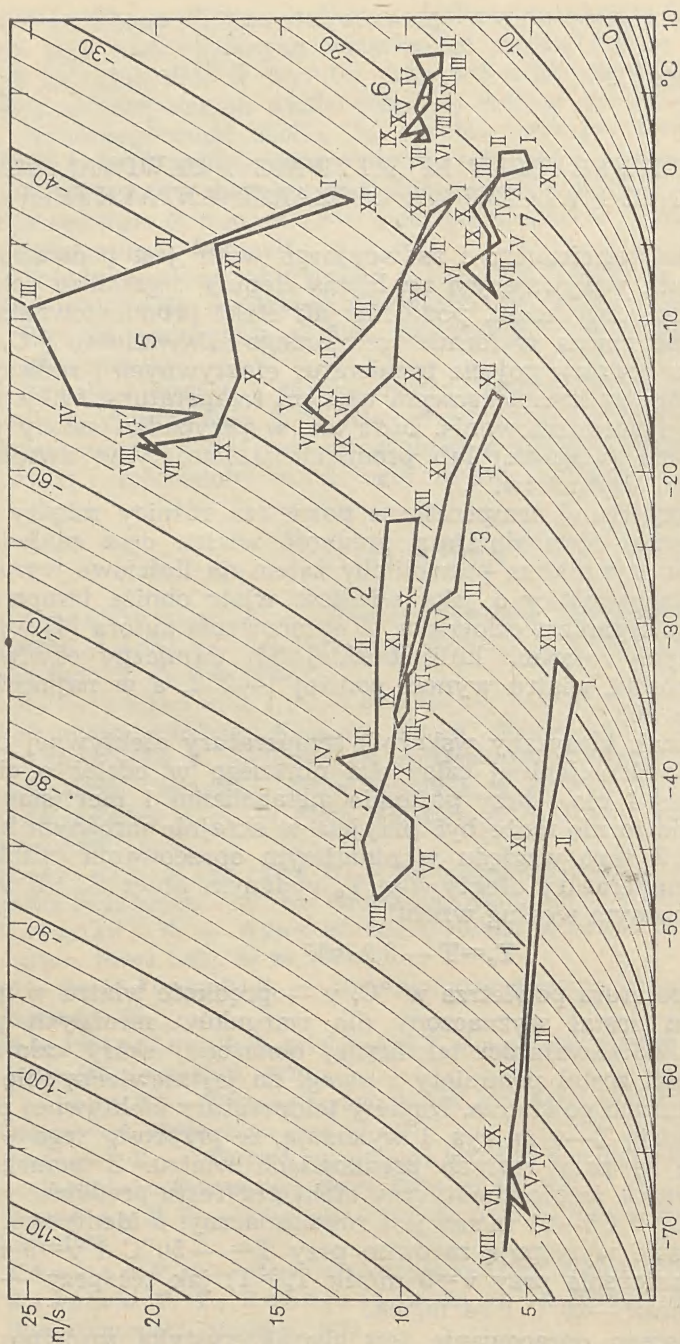
Ponieważ jednak klasyczny wskaźnik temperatury efektywnej opiera się na odczuwalności cieplnej człowieka ubranego w odzież o ciepłochronności równej 1 clo i przy poziomie metabolizmu 1 met (stan spoczynku), założenie to nie może być przyjęte w skrajnie mroźnym klimacie Antarktydy. Z tego względu w niniejszym opracowaniu oparto się na wskaźniku temperatury efektywnej T_e podanym przez K. Sh. Khajrullina [9] i obliczonym według wzoru:

$$T_e = T - 8,2 \cdot v^{0,5}$$

gdzie: T — temperatura powietrza w $^{\circ}\text{C}$, v — prędkość wiatru w m/sek.

Wskaźnik ten został wyznaczony dla warunków mroźnych pogód i opiera się na odczuwalności termicznej obnażonej skóry człowieka. Wpływ wilgotności został pominięty z uwagi na jej niewielką rolę przy niskich temperaturach powietrza. Izoplety temperatury efektywnej przedstawione w układzie $T-v$ na rys. 1 wykazują, że przyrosty tego wskaźnika największe są przy małych prędkościach wiatru. Z nomogramu tego wynika również, że bioklimatyczny efekt przyrostu prędkości wiatru w przedziałach $0-5$ i $5-21$ m/sek jest równoznaczny, a identyczne temperatury efektywne występują zarówno przy $T = -50^{\circ}\text{C}$ i $v = 0$ m/sek (wg przyjętego założenia przy $v = 0$ m/sek $T_e = T$) jak też przy -35°C i $v = 3,6$ m/sek oraz -20°C i 14 m/sek.

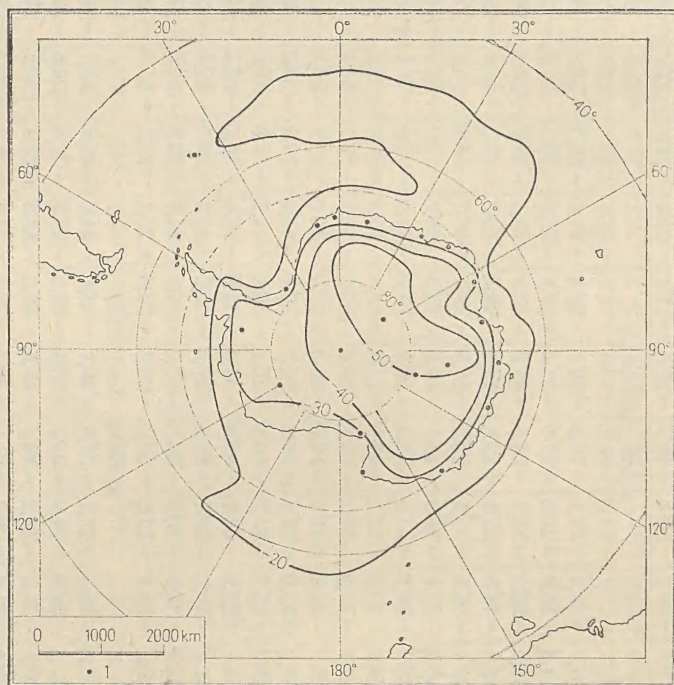
Celem niniejszego opracowania jest charakterystyka zarówno temperatur efektywnych, jak i ekwiwalentu termicznego wiatru odczuwanego przez obnażoną skórę twarzy i rąk człowieka na obszarze Antarktyki.



Rys. 1. Klimogramy wybranych stacji antarktycznych na tle izoplei temperatury efektywnej w układzie współrzędnych temperatura powietrza—prędkość wiatru; 1 — Plateau, 2 — Pionierskaja, 3 — Byrd, 4 — Mirnyj, 5 — Port Martin, 6 — Kerguelen, 7 — Admiralty Bay

MATERIAŁ I METODA

W niniejszym opracowaniu oparto się na danych wyjściowych temperatury powietrza i prędkości wiatru wykorzystywanych w opracowaniach autora [6—8] (poz. [1, 3, 10]). Również wykorzystano dane dla 480 punktów będących węzłami siatki geograficznej, które uzupełniono wartościami z 51 stacji antarktycznych.



Rys. 2. Izarytmy temperatury efektywnej w °C; styczeń. 1 — stacje badawcze

Wyniki obliczeń dla uwzględnionych stacji są zestawione w tab. 1, w której uwzględnione są zarówno wielkości temperatur efektywnych obliczonych z podanego wzoru, jak też wielkości termicznego ekwiwalentu prędkości wiatru obliczonego z różnicy $T - T_e$. Poziomy (rys. 2—5) i pionowy (rys. 6) rozkład temperatury efektywnej przedstawiono przy pomocy izarytm kreślonych co 10°C. Dla wybranych 7 stacji reprezentujących poszczególne regiony klimatyczne Antarktyki przebieg roczny temperatur efektywnych przedstawiono również w formie klimogramów w układzie współrzędnych $T - v$. Metoda ta pozwala na ocenę wpływu obu składowych (temperatura i prędkość wiatru) na kształtowanie się omawianego wskaźnika.

Dla wykreślenia izarytm ilustrujących spadek temperatury efektywnej z wysokością wykorzystano dane z 6 stacji położonych we wnętrzu kontynentu na wysokości od 421 m (Eights) do 3624 m npm (Plateau) i jednej stacji z wybrzeża (Mirnyj) położonej praktycznie na poziomie morza.

Tabela I

Temperatura efektywna (1) oraz termiczny ekwiwalent prędkości wiatru (2) na stacjach antarktycznych

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
wnętrze Antarktydy													
Amundsen-Scott	1 -45,2	-58,2	75,1	-79,4	-79,1	-79,4	-81,4	-80,9	-80,9	-71,9	-57,4	-45,1	-69,6
	2 -17,0	-18,9	-20,4	-21,8	-21,4	-21,8	-21,5	-21,8	-21,7	-21,5	-18,5	-17,0	-20,3
Wostok	1 -50,0	-62,3	-77,3	-84,3	-85,4	-84,8	-86,8	-87,7	-85,3	-76,3	-62,3	-50,6	-74,4
	2 -17,4	-18,3	-19,6	-19,6	-19,6	-19,6	-19,2	-19,4	-19,6	-19,6	-18,9	-18,0	-19,1
Plateau	1 -48,1	-61,2	-75,5	-84,5	-85,5	-87,3	-87,8	-91,3	-84,6	-78,3	-62,0	-48,3	-74,5
	2 -14,2	-16,8	-18,3	-18,7	-19,1	-18,3	-19,8	-19,9	-19,6	-18,5	-17,6	-16,0	-18,1
Pionierskaja	1 -50,1	-59,6	-65,6	-68,3	-68,3	-71,4	-73,9	-75,5	-72,3	-65,7	-57,2	-48,2	-64,7
	2 -26,7	-27,2	-27,2	-29,1	-25,4	-25,4	-26,6	-27,2	-27,8	-26,4	-25,8	-25,1	-26,7
Komsomolskaja	1 -50,5	-58,9	-67,7	-73,0	-75,6	-82,3	-78,6	-79,2	-78,3	-70,4	-61,1	-46,7	-68,5
	2 -18,3	-16,4	-14,7	-15,4	-16,4	-17,0	-16,6	-13,5	-16,6	-15,1	-17,6	-15,1	-16,3
Sowietskaja	1 -53,2	-63,0	-68,6	-74,5	-83,8	-87,1	-86,8	-89,2	-84,2	-75,8	-58,1	-46,3	-72,6
	2 -13,2	-13,7	-14,2	-14,0	-16,6	-17,6	-17,2	-17,4	-17,4	-16,0	-14,9	-13,0	-16,6
Eights	1 -28,1	-35,2	-44,2	-49,4	-51,4	-51,8	-52,6	-56,6	-54,2	-47,5	-37,7	-31,4	-45,0
	2 -18,2	-17,2	-19,2	-18,3	-18,3	-18,3	-19,1	-19,6	-19,9	-19,2	-20,4	-20,1	-19,0
Byrd	1 -34,7	-40,5	-50,7	-54,5	-57,2	-59,8	-61,9	-62,9	-62,5	-54,9	-44,2	-35,1	-51,6
	2 -20,3	-21,7	-23,3	-24,6	-25,3	-25,4	-26,1	-26,1	-25,9	-24,7	-23,2	-20,6	-23,9
wybrzeże Antarktydy													
Nowolazarijskaja	1 -22,2	-28,5	-33,1	-37,9	-40,3	-43,1	-44,4	-45,8	-42,3	-37,8	-30,2	-22,6	-35,7
	2 -21,5	-24,9	-24,9	-25,8	-26,8	-28,0	-25,7	-27,4	-24,6	-25,1	-24,2	-21,2	-25,0
Łazariew	1 -27,3	-31,2	-40,2	-48,1	-49,5	-48,2	-53,8	-53,1	-52,1	-42,7	-38,4	-26,8	-42,6
	2 -23,5	-21,4	-28,2	-31,6	-29,8	-29,9	-32,4	-31,8	-24,3	-26,7	-26,4	-22,8	-27,7
Król Baudouin	1 -23,6	-30,7	-38,8	-44,8	-44,5	-47,3	-50,0	-49,9	-49,5	-41,9	-32,2	-23,8	-39,7
	2 -19,2	-21,8	-26,7	-28,5	-26,6	-26,6	-27,2	-26,1	-25,4	-24,2	-21,2	-18,0	-24,3
Siowa	1 -17,0	-21,5	-28,4	-32,4	-35,0	-36,6	-39,1	-40,0	-37,7	-33,0	-27,2	-19,5	-30,6

2	-16,4	-18,2	-22,0	-22,6	-21,1	-21,1	-20,4	-20,6	-19,1	-20,3	-20,7	-17,8	-20,0
1	-19,7	-27,7	-37,1	-42,0	-44,3	-46,9	-45,9	-45,6	-43,1	-39,5	-30,5	-21,8	-37,0
2	-19,2	-23,6	-28,8	-30,7	-30,5	-30,6	-27,3	-26,9	-25,5	-25,9	-23,6	-20,4	-26,1
1	-24,7	-31,9	-38,4	-41,3	-44,4	-45,1	-46,4	-46,9	-45,7	-40,2	-32,7	-25,4	-38,6
2	-24,5	-27,3	-28,6	-26,9	-28,6	-28,4	-28,5	-28,2	-28,0	-27,4	-27,1	-25,0	-27,4
1	-18,0	-21,7	-27,0	-29,7	-33,2	-33,8	-35,5	-35,1	-33,7	-30,2	-24,6	-20,2	-28,5
2	-17,8	-19,1	-18,7	-16,8	-17,8	-18,2	-18,1	-18,3	-16,6	-18,2	-19,2	-19,6	-18,2
1	-18,9	-21,0	-24,5	-33,4	-33,9	-43,8	-39,1	-40,4	-39,2	-31,0	-25,7	-18,6	-30,8
2	-17,1	-18,7	-18,5	-25,9	-22,6	-23,2	-22,3	-24,1	-22,8	-19,8	-21,7	-17,6	-21,7
1	-24,3	-30,4	-37,4	-42,1	-45,6	-45,3	-46,6	-47,2	-45,8	-40,3	-33,0	-26,8	-38,7
2	-22,6	-25,1	-27,3	-29,1	-30,2	-29,7	-29,3	-29,9	-28,8	-26,7	-25,8	-24,2	-27,4
1	-17,5	-21,1	-25,6	-30,8	-33,9	-36,4	-37,2	-37,1	-34,8	-31,1	-25,0	-19,3	-29,1
2	-17,2	-18,7	-19,4	-19,4	-20,1	-20,6	-21,7	-22,2	-19,7	-19,9	-19,6	-18,0	-19,7
1	-27,0	-32,5	-37,8	-41,2	-32,9	-43,8	-43,2	-44,0	-43,1	-38,6	-33,0	-27,0	-37,8
2	-25,7	-28,2	-29,1	-28,9	-28,0	-27,2	-26,2	-26,9	-26,6	-25,7	-25,9	-25,1	-27,0
1	-30,9	-41,4	-50,4	-54,7	-51,0	-54,8	-54,9	-55,2	-51,9	-46,8	-39,3	-30,6	-46,8
2	-29,3	-35,7	-41,0	-39,3	-34,8	-37,1	-36,2	-37,1	-34,3	-32,9	-33,8	-28,4	-35,2
1	-23,8	-31,7	-33,6	-40,1	-40,6	-42,0	-45,0	-43,8	-44,8	-41,2	-33,1	-30,2	-37,5
2	-20,4	-24,2	-22,2	-25,7	-22,9	-24,0	-25,4	-22,9	-24,2	-22,9	-21,7	-24,7	-23,4
1	-16,3	-20,4	-28,5	-33,4	-39,7	-41,9	-42,8	-43,4	-39,8	-34,6	-21,9	-16,3	-31,6
2	-14,9	-16,8	-18,0	-15,6	-17,2	-18,9	-16,4	-16,8	-15,3	-15,8	-13,7	-14,0	-16,1
1	-21,6	-29,0	-40,9	-42,5	-45,2	-45,4	-47,1	-46,9	-46,0	-40,0	-28,3	-22,8	-38,0
2	-18,7	-21,1	-23,2	-21,7	-21,2	-21,7	-20,7	-20,1	-21,5	-20,1	-19,1	-19,2	-20,7
1	-24,9	-30,9	-41,5	-47,4	-51,3	-48,3	-57,0	-57,3	-56,4	-45,0	-32,9	-24,6	-43,1
2	-18,3	-18,2	-19,7	-19,1	-20,7	-20,4	-20,7	-20,7	-19,7	-19,6	-17,2	-18,2	-19,4
1	-26,3	-34,9	-44,0	-48,6	-50,0	-53,9	-55,5	-55,1	-52,8	-42,8	-33,5	-25,0	-43,5
2	-18,0	-19,6	-21,1	-21,2	-21,8	-21,7	-22,2	-21,8	-22,5	-20,9	-19,1	-17,2	-20,6
1	-21,6	-30,0	-40,9	-46,2	-50,9	-52,3	-53,6	-54,0	-52,6	-41,8	-31,0	-21,6	-41,4
2	-15,6	-16,8	-19,9	-19,1	-20,9	-20,6	-21,2	-21,1	-21,2	-19,4	-18,2	-15,6	-19,1
1	-23,3	-29,8	-37,8	-42,3	-45,1	-48,6	-50,0	-50,0	-48,9	-41,8	-32,7	-24,8	-39,6
2	-18,2	-19,6	-21,4	-21,5	-20,3	-22,0	-21,2	-20,9	-22,6	-22,3	-20,6	-19,2	-20,8
1	-25,0	-31,3	-37,7	-43,5	-45,9	-47,9	-50,8	-50,4	-48,9	-42,9	-32,4	-25,8	-40,2
2	-20,9	-22,3	-23,3	-23,6	-23,3	-25,0	-23,2	-22,5	-23,0	-24,5	-21,8	-20,7	-22,9

Molodionnaja

Mawson

Davis

Oasis (A.B. Dobrowolski)

Mirnyj

Wilkes

Dumont d'Urville

Port Martin

Leningradskaja

Hallet

Mac Murdo

Little America

Ellsworth

General Belgrano

Halley Bay

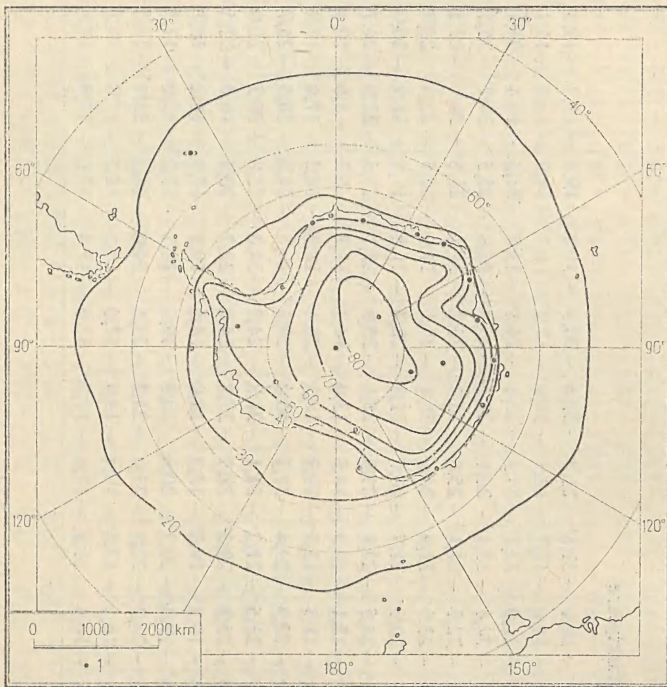
SANAE (Norge)

Tabela 1 c.d.

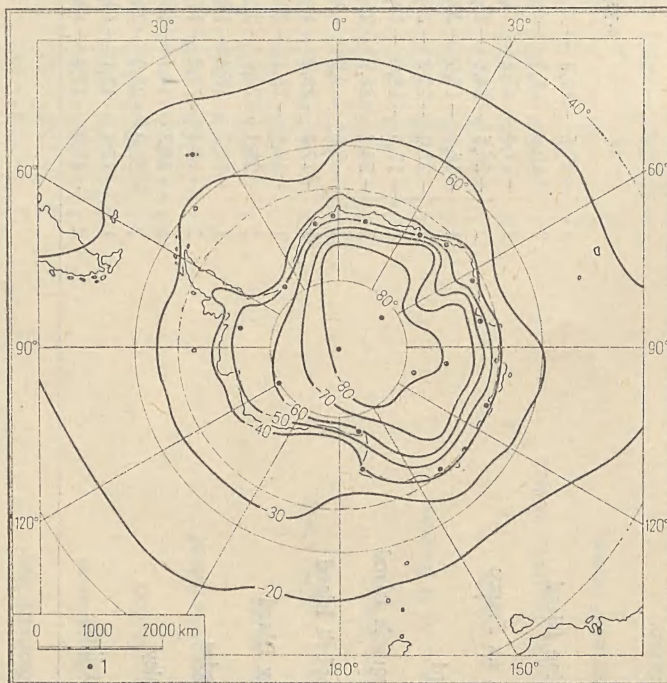
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	
	Półwysep Antarktyczny													
Admiralty Bay	1	-17,5	-19,2	-21,0	-23,8	-25,5	-27,0	-29,1	-28,8	-25,7	-24,7	-21,9	-17,7	-23,5
	2	-18,7	-20,3	-21,1	-21,4	-20,9	-20,6	-20,7	-21,5	-21,4	-22,5	-20,9	-18,3	-20,7
Bellingshausen	1	-18,5	-20,7	-21,8	-24,9	-27,1	-29,5	-28,0	-29,3	-26,8	-24,8	-22,6	-20,8	-24,6
	2	-20,3	-21,4	-21,4	-22,5	-21,4	-22,3	-22,5	-22,6	-22,9	-22,3	-21,7	-21,1	-21,8
Arturo Prat	1	-15,6	-17,2	-19,6	-22,8	-25,4	-27,6	-27,9	-26,3	-24,3	-22,1	-17,9	-16,0	-21,9
	2	-16,8	-18,3	-19,4	-20,4	-20,6	-21,4	-20,7	-19,4	-19,9	-19,7	-17,2	-16,6	-19,2
Deception Island	1	-18,4	-19,7	-21,2	-25,2	-27,4	-30,4	-30,9	-29,8	-27,9	-25,8	-22,7	-19,4	-24,9
	2	-19,9	-20,9	-21,4	-23,0	-23,0	-23,7	-22,8	-22,0	-22,8	-23,2	-21,4	-19,7	-22,0
Decepcion	1	-17,1	-18,1	-19,8	-23,7	-24,2	-27,2	-29,2	-27,8	-26,5	-23,6	-20,8	-17,2	-22,9
	2	-18,3	-19,4	-19,9	-22,0	-20,4	-21,2	-21,4	-20,7	-21,8	-21,2	-19,6	-17,8	-20,3
Pedro Aguirre Cerda	1	-16,5	-16,9	-19,1	-22,3	-25,7	-26,0	-28,8	-27,7	-23,4	-22,5	-18,5	-15,6	-21,9
	2	-18,2	-18,2	-19,6	-19,7	-20,9	-19,6	-20,6	-19,4	-18,7	-20,3	-18,0	-16,6	-19,1
Hope Bay	1	-19,6	-22,7	-26,2	-29,6	-33,2	-33,9	-35,0	-33,7	-29,9	-29,2	-25,0	-20,0	-28,2
	2	-19,1	-21,1	-22,5	-23,0	-22,9	-22,3	-22,9	-23,2	-22,2	-23,8	-22,3	-18,9	-22,0
Bernardo O'Higgins	1	-17,8	-19,1	-22,4	-24,6	-28,6	-30,4	-29,2	-27,9	-25,7	-24,2	-21,2	-17,1	-24,0
	2	-18,7	-19,2	-20,4	-20,4	-21,7	-21,8	-20,7	-20,1	-20,9	-20,7	-19,6	-17,4	-20,1
Port Lockroy	1	-15,5	-15,4	-17,5	-19,6	-22,6	-26,3	-28,2	-28,7	-27,4	-25,2	-21,7	-17,6	-22,1
	2	-16,6	-16,4	-17,8	-17,4	-18,2	-19,9	-20,1	-20,1	-21,1	-21,1	-19,7	-18,3	-18,9
Gabriel Gonzalez Videla	1	-11,5	-13,2	-14,2	-16,0	-19,6	-22,0	-22,6	-23,3	-21,5	-18,4	-15,4	-14,0	-17,6
	2	-13,5	-14,2	-13,7	-14,2	-14,9	-15,1	-15,3	-15,8	-16,2	-15,6	-14,7	-13,2	-14,7
Almirante Brown	1	-9,2	-11,3	-10,9	-13,6	-15,8	-18,8	-18,2	-18,3	-18,3	-15,5	-11,7	-11,5	-14,4
	2	-11,0	-12,4	-10,7	-11,6	-11,6	-13,0	-11,3	-12,7	-13,5	-13,5	-11,0	-12,2	-12,0
Melchior	1	-10,7	-14,6	-16,6	-19,0	-19,5	-22,6	-22,6	-23,9	-22,7	-20,6	-16,8	-11,0	-18,4
	2	-11,6	-14,9	-15,8	-16,6	-14,9	-16,0	-14,4	-15,6	-16,2	-17,4	-15,1	-11,3	-15,0
Argentine Island	1	-13,4	-14,5	-16,9	-20,0	-22,2	-25,1	-26,9	-27,7	-26,7	-23,9	-19,0	-14,0	-20,9
	2	-13,2	-14,4	-15,8	-16,2	-16,0	-16,6	-16,4	-16,4	-18,3	-18,7	-16,4	-13,5	-16,0
Adelaide Island	1	-15,2	-16,6	-22,5	-25,6	-27,7	-32,3	-32,7	-35,1	-34,4	-30,4	-24,0	-17,2	-26,1
	2	-15,8	-16,4	-20,7	-20,9	-21,1	-23,2	-22,9	-22,8	-26,1	-24,2	-21,5	-17,2	-21,1

wyspy subantarkyczne

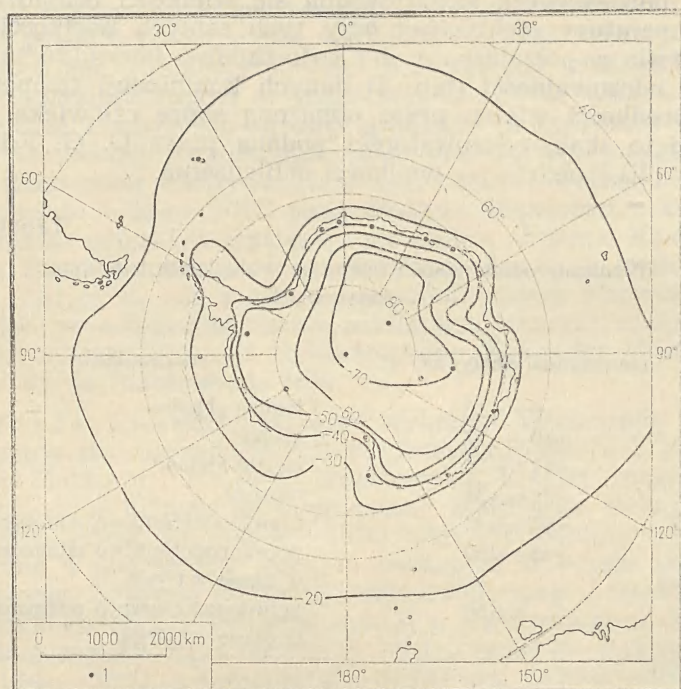
Marion Island	1	-17,6	-16,3	-17,1	-19,7	-19,6	-21,8	-21,7	-20,4	-20,9	-31,3	-19,8	-18,2	-19,5
	2	-10,6	-8,7	-9,6	-13,5	-14,6	-17,7	-18,1	-16,9	-17,2	-16,7	-14,3	-11,8	-14,1
Port au France	1	-17,4	-17,1	-18,5	-19,0	-21,0	-23,1	-24,3	-25,1	-24,8	-23,4	-21,2	-18,4	-21,1
	2	-24,5	-24,6	-25,3	-24,7	-24,6	-25,1	-26,1	-27,1	-26,9	-26,6	-25,5	-24,7	-25,5
Heard	1	-18,8	-18,9	-20,2	-21,0	-22,5	-24,1	-25,0	-25,7	-26,2	-24,1	-23,8	-20,1	-22,5
	2	-22,0	-22,2	-23,2	-23,5	-23,9	-23,9	-24,6	-25,1	-25,1	-24,0	-24,5	-22,3	-23,7
Macquarie Island	1	-17,5	-18,0	-19,3	-20,3	-20,3	-21,7	-20,7	-21,8	-22,4	-21,2	-19,1	-16,9	-20,0
	2	-24,2	-24,7	-25,5	-25,5	-24,5	-25,1	-23,9	-25,1	-25,9	-25,1	-23,5	-22,9	-24,7
Campbell Island	1	-8,0	-9,9	-9,8	-10,9	-12,1	-10,3	-14,2	-13,0	-14,3	-11,7	-6,7	-8,6	-10,8
	2	-17,4	-19,2	-18,3	-18,3	-18,3	-15,3	-19,2	-18,3	-20,1	-18,3	-14,2	-17,4	-17,9
Signy Island	1	-19,5	-21,1	-22,5	-25,0	-27,9	-29,4	-31,2	-30,9	-29,3	-26,6	-24,2	-20,5	-25,7
	2	-20,3	-22,0	-22,6	-22,8	-21,5	-21,2	-21,1	-21,8	-24,2	-24,0	-22,8	-20,3	-22,0
Orcadas	1	-16,2	-16,8	-18,1	-22,7	-25,8	-29,2	-28,7	-27,8	-24,9	-22,7	-20,1	-16,8	-22,5
	2	-16,4	-17,2	-17,6	-19,7	-19,2	-19,2	-18,3	-18,0	-18,5	-19,1	-17,4	-16,2	-18,1
Stanley	1	-14,2	-14,1	-15,2	-16,5	-19,4	-20,3	-20,8	-20,8	-19,9	-18,7	-17,2	-15,6	-17,7
	2	-23,0	-23,2	-23,3	-22,6	-23,2	-22,9	-23,0	-23,2	-23,5	-24,0	-24,2	-23,6	-23,3
Grytviken	1	-12,3	-12,1	-13,3	-14,3	-16,1	-17,6	-19,4	-18,4	-17,0	-15,5	-14,5	-13,3	-15,2
	2	-17,0	-17,4	-18,0	-16,8	-16,4	-16,8	-17,0	-17,0	-17,0	-17,4	-17,6	-17,0	-17,1



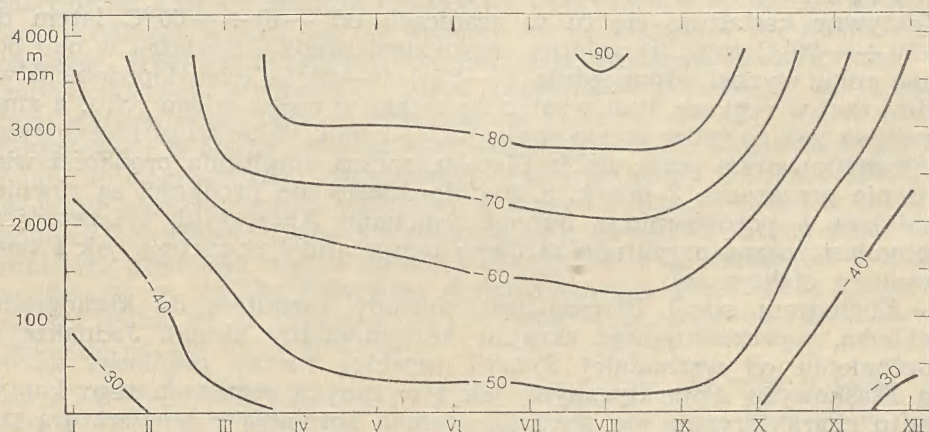
Rys. 3. Izarytmy temperatury efektywnej w °C; kwiecień. 1 — stacje badawcze



Rys. 4. Izarytmy temperatury efektywnej w °C; lipiec. 1 — stacje badawcze



Rys. 5. Izarytmy temperatury efektywnej w °C; październik. 1 — stacje badawcze



Rys. 6. Pionowy rozkład temperatury efektywnej w °C na obszarze Antarktydy

Przestrzenno-czasowy rozkład temperatury efektywnej, podobnie jak i w poprzednich opracowaniach autora [6—8] scharakteryzowano w obrębie poszczególnych regionów klimatycznych Antarktyki (Płaskowyż Antarktyczny, Krawędź Płaskowyżu, Wybrzeże i Ocean Lodowaty Południowy na południe od linii konwergencji antarktycznej) wg klasyfikacji W. A. Bugajewa [2].

Analiza porównawcza kształtowania się wielkości ochładzania (wind chill) i temperatury efektywnej przy tych samych wielkościach T i v wykazała ścisłą współzależność obu wskaźników. Pozwoliło to na wykonanie skali odczuwalności (tab. 2) danych kombinacji temperatury powietrza i prędkości wiatru przez obnażoną skórę człowieka. Za punkt wyjścia wzięto skalę odczuwalności podaną przez O. G. Edholma (M. Gregorczyk [7]) i opartą na wielkości ochładzania.

Tabela 2

Przedziały odczuwalności oparte na wielkościach temperatur efektywnych

temperatura efektywna, °C	odczuwalność
0 ÷ -10	bardzo chłodno
-10 ÷ -17	zimno
-17 ÷ -25	bardzo zimno
-25 ÷ -32	mroźnie
-32 ÷ -45	prawdopodobieństwo odmrożeń
-45 ÷ -60	prawdopodobieństwo odmrożeń w czasie ≤ 1 min
< -60	prawdopodobieństwo odmrożeń w czasie ≤ 1/2 min

WYNIKI

Płaskowyż Antarktyczny. Średnie miesięczne temperatury efektywne kształtują się tu w granicach od $-40 \div -60^\circ\text{C}$ latem do $-70 \div -90^\circ\text{C}$ zimą. Termiczny ekwiwalent prędkości wiatru w obu porach roku wynosi odpowiednio $17-22$ i $18-26^\circ\text{C}$. Prawdopodobieństwo odmrożeń w regionie tym występuje zatem w ciągu całego roku, a zimą możliwe jest nawet w czasie poniżej $0,5-1$ min. W centrum Płaskowyżu, reprezentowanym przez stację Plateau, roczna amplituda prędkości wiatru nie przekracza 3 m/sek, a średnie miesięczne prędkości są również mniejsze w porównaniu z innymi regionami Antarktyki. Większa jest natomiast roczna amplituda zarówno temperatury powietrza, jak i temperatury efektywnej.

Klimogram stacji Plateau jest zbliżony kształtem do klimogramu Jakucka, reprezentującego skrajnie kontynentalny klimat. Jednakże w odróżnieniu od wschodniej Syberii przebieg roczny prędkości wiatru na Płaskowyżu Antarktycznym, jak i w innych regionach tego kontynentu charakteryzuje się wyraźną ujemną korelacją z temperaturą powietrza, tzn. wzrostem prędkości wiatru wraz ze spadkiem temperatury. Zjawisko to znacznie wzmacnia surowość warunków zimowych.

Wskutek wyższych prędkości wiatru w zachodniej części Płaskowyżu reprezentowanej przez stację Byrd, większy jest tu również efekt termiczny wiatru, przewyższając średnio o $5-6^\circ\text{C}$ wielkości obliczone dla wschodniej części Płaskowyżu. Ze względu jednak na znacznie wyższe temperatury powietrza (średnio o 26°C w ciągu roku) temperatury efektywne w zachodniej części Płaskowyżu są o ok. 23° wyższe niż we wschodniej.

Krawędź Płaskowyżu. Ponieważ prędkości wiatru są tu średnio 2-krotnie wyższe niż w centralnych częściach Płaskowyżu, termiczny ekwiwalent prędkości wiatru jest średnio o $8-10^{\circ}\text{C}$ większy niż w centralnych częściach Płaskowyżu. Jego bezwzględne wielkości wykazują niewielką zmienność roczną w granicach $25-28^{\circ}\text{C}$. Charakterystyczną cechą Krawędzi Płaskowyżu są duże gradienty temperatury efektywnej, które we Wschodniej Antarktydzie zimą przekraczają nawet $1^{\circ}/10\text{ km}$. Wielkości temperatur efektywnych w tym regionie wahają się od $-25\div-50^{\circ}\text{C}$ latem do $-45\div-70^{\circ}\text{C}$ zimą. Podczas większości miesięcy prawdopodobieństwo odmrożeń występuje na całym obszarze Krawędzi Płaskowyżu, a zimą odmrożenia mogą wystąpić nawet w czasie krótszym niż 1 min. Latem są one możliwe na południowych obszarach tego regionu, a ich prawdopodobieństwo zmniejsza wówczas efekt termiczny radiacji słonecznej. Warunki bioklimatyczne Krawędzi Płaskowyżu reprezentuje stacja Pionierskaja (rys. 1).

Wybrzeże. Przeważająca część wybrzeża Wschodniej Antarktydy charakteryzuje się nie mniejszymi prędkościami wiatru i jego termicznego ekwiwalentu niż Krawędź Płaskowyżu. Wyższe temperatury powietrza powodują jednak, że temperatury efektywne wahają się tu od $-25\div-30^{\circ}\text{C}$ latem do $-40\div-50^{\circ}\text{C}$ zimą. W obrębie wybrzeża wyróżnić można 4 podregiony: pokryte lodowcem wybrzeże wraz z barierami lodowymi, lodowce szelfowe, oazy i Półwysep Antarktyczny. Stosunkowo najłagodniejsze warunki panują w dwu ostatnich podregionach, gdzie średnio w roku efekt termiczny wiatru waha się najczęściej w granicach $-19\div-22^{\circ}\text{C}$, a temperatura efektywna $-20\div-30^{\circ}\text{C}$. W przeważającej części Wybrzeża prawdopodobieństwo odmrożeń występuje jednak w ciągu znacznej części roku.

Na rys. 1 Wybrzeże reprezentują klimogramy 2 stacji: Mirnyj i Port Martin, na których średnie miesięczne temperatury są bardzo zbliżone, lecz prędkości wiatru na tej drugiej stacji, położonej na Ziemi Adeli znacznie przewyższają prędkości notowane na stacji Mirnyj, jak i na innych stacjach Wybrzeża i całego kontynentu. Powoduje to, że zimą temperatury efektywne w Port Martin są o ok. $4-4,5^{\circ}\text{C}$, a w marcu (najbardziej wietrzny miesiąc na Ziemi Adeli) o $5,5^{\circ}\text{C}$ niższe w porównaniu ze stacją Mirnyj. Rejon Ziemi Adeli uważany jest za najbardziej wietrzne miejsce na kuli ziemskiej, a efekt termiczny wiatru w poszczególnych miesiącach waha się w granicach $28-41^{\circ}\text{C}$. Stosunkowo najmniejsze prędkości wiatru (średnie miesięczne w granicach $4-8\text{ m/sek}$) występują w obrębie Półwyspu Antarktycznego, gdzie efekt termiczny wiatru waha się w granicach $-11\div-26^{\circ}\text{C}$, a temperatury efektywne wynoszą od -9 do -35°C .

Ocean Lodowaty Południowy. Ten największy rejon Antarktyki charakteryzuje się najmniejszymi gradientami temperatur efektywnych, których wielkości wahają się tu w granicach od $-15\div-23^{\circ}\text{C}$ latem do $-20\div-32^{\circ}\text{C}$ zimą, a ekwiwalent termiczny wiatru w poszczególnych miesiącach jest zawarty w granicach $-9\div-27^{\circ}\text{C}$. Prawdopodobieństwo odmrożeń obliczone na podstawie średnich miesięcznych wielkości elementów meteorologicznych występuje tu jedynie zimą na wąskim przybrzeżnym pasie zamrożonych wód. Na pozostałych obszarach tego regionu w ciągu całego roku dominują odczuwalności chłodu, zimna i mroźności.

Warunki bioklimatyczne północnego krańca tego regionu, a zarazem Antarktyki reprezentuje klimogram stacji Kerguelen (rys. 1) charakteryzującej się niewielką roczną amplitudą temperatury efektywnej i ekwiwalentu termicznego wiatru.

WAŻNIEJSZE WYNIKI I WNIOSKI

1. Wnętrze Antarktydy, a zwłaszcza jej wschodnia część charakteryzuje się najsurowszymi na kuli ziemskiej warunkami bioklimatycznymi ze średnimi miesięcznymi temperaturami efektywnymi w granicach $-35 \div -91^{\circ}\text{C}$, podczas gdy progiem krytycznym dla powstania odmrożeń jest przedział $-32 \div -45^{\circ}\text{C}$. Średni miesięczny efekt termiczny wiatru wynosi $-13 \div -27^{\circ}\text{C}$, czyli o takie wielkości aktualna prędkość wiatru obniża temperaturę odczuwalną w warunkach bezwietrznych.

2. Najniższą średnią miesięczną wielkość temperatury efektywnej wynoszącą $-91,3^{\circ}\text{C}$ stwierdzono w sierpniu na stacji Plateau. Należy przypuszczać, że najniższe chwilowe wielkości tego wskaźnika kształtują się poniżej -100°C . O surowości tych warunków świadczy fakt, że już przy temperaturze efektywnej poniżej -60°C odmrożenia następują w czasie $< 1/2$ min.

3. Charakterystyczne dla kontynentu Antarktydy wysokie natężenie promieniowania słonecznego podwyższa temperaturę odczuwalną, lecz na ogół nie więcej niż o $4-11^{\circ}\text{C}$ w pełni lata i $2-5^{\circ}\text{C}$ średnio w roku. Zatem w stosunkowo niewielkim stopniu kompensuje ono efekt termiczny wiatru.

4. Na stacjach położonych wewnątrz kontynentu najwyższe temperatury efektywne występują najczęściej w grudniu, a nieco rzadziej w styczniu. Natomiast najniższe wielkości tego wskaźnika wewnątrz kontynentu i na wybrzeżu stwierdzono w sierpniu, a jedynie w rejonie Półwyspu Antarktycznego i na wyspach subantarktycznych minimum przesunięte jest na lipiec. W nielicznych przypadkach minimum temperatury efektywnej notowane jest również w czerwcu lub wrześniu.

5. Temperatura efektywna wykazuje bardzo wyraźny spadek wraz z wysokością nad poziomem morza (rys. 6). Średni pionowy gradient tego wskaźnika charakteryzuje się też wyraźnie zaznaczonym rocznym przebiegiem z minimum wynoszącym $0,6-0,8^{\circ}\text{C}/100$ m w okresie lata i maksimum $1,1-1,2^{\circ}\text{C}/100$ m w miesiącach zimowych.

LITERATURA

- [1] Atlas Antarktyki — t. 1 i 2, Główn. Uprawl. Geod. i Kartogr. MG SSSR, Moskwa—Leningrad 1966, 1969.
- [2] Bugajew V. A. — *Klimaticheskiye zony Antarktidy*. Meteorol. Issled. 5, 5—38, 1963.
- [2] Dolgin I. M., Petrov L. S. (red.) — *Spravochnik po klimatu Antarktidy*, t. 2. Gidrometeoizdat, Leningrad 1977.
- [4] Gregorczyk M. — *Distribution of more important complex biometeorological indices on the globe*. Ekol. Pol. XIX, 745—787, 1971.
- [5] Gregorczyk M. — *Przestrzenno-czasowy rozkład efektu termicznego promieniowania słonecznego w Antarktyce*. Czas. Geogr. XLIX, 2, 159—168, 1978

- [6] Gregorczuk M. — *O wielkości temperatury skóry twarzy człowieka na obszarze Antarktyki*. *Baln. Pol.* 1979 (w druku).
- [7] Gregorczuk M. — *Rozkład ochładzania na obszarze Antarktyki*. *Przegl. Geof.* XXIII(XXXI), 1, 45—57, 1978.
- [8] Gregorczuk M. — *Kształtowanie się optymalnej cieplotronności odzieży na obszarze Antarktyki*. *Odzież*, XXIX, 9 (348), 275—278, 1979.
- [9] Khayrullin K. Sh. — *Metodika otsenki zimnikh pogodnykh usloviy diskomfortnykh dla cheloveka*. *Trudy Glav. Geof. Observ.* 303, 104—114, Leningrad 1973.
- [10] Schwerdtfeger W. — *The climate of the Antarctic*. *World Survey of Climatology*, Vol. 14, *Climate of the polar regions*. Amsterdam—London—New York 1970.

BOŻYDAR SZABUNIEWICZ

PRZEMIJAJĄCE TEORIE NAUKOWE I RASOWE SZEREGOWANIE LUDZI

Świeżo ukazała się monografia S. J. Goulda z Uniwersytetu Harvard, omawiająca naukową działalność Samuela George'a Mortona, kiedyś wziętego lekarza Filadelfii i pioniera amerykańskiej antropologii. Działalność Mortona przedstawia pewne podobieństwo do niedawno wykrytej afery C. Burta, który w oparciu o wyimaginowane przez się materiały dotyczące IQ (współczynnika inteligencji) potrafił przez dziesiątki lat nadawać ton pedagogice Wielkiej Brytanii, a także wielu innych krajów. Wyniki badań obu działaczy stały się podstawą naukowego uzasadnienia podziału ludzi na rasy o różnym poziomie zdolności umysłowych. Obok podobieństw oba przypadki przedstawiają daleko idące przeciwieństwa.

Burt miał system oszukiwania polegający na omawianiu źródłowych materiałów, którymi się szczycił i z których słynął, ale których faktycznie nie było, miał fikcyjnych współpracowników, za których sam pisywał artykuły, zamieszczane w redagowanym przez niego samego naukowym czasopiśmie. Tymczasem Morton, zupełnie przeciwnie, jawnie manipulował rzeczywistymi danymi. Uchodził on u współczesnych za wzór naukowej bezstronności i rzetelności. Naukowy rozgłos otaczający Mortona sięgał na cały świat, z którego nadsyłano mu wyrazy uznania i nawet podziwu. Jego działalność nie jest oszustwem. Historycy wiedzy stawiają dzisiaj pytanie, jak doszło do tego, że tendencyjne i jawne manipulacje materiałami badań były przyjmowane za wzorowy naukowy dowód. Według Goulda mamy tu do czynienia z przykładowym przypadkiem typowego emocjonalnego stosunku odbiorców naukowych rezultatów, tj. społeczeństwa, do nauki.

Wśród amerykańskich historyków nauki pojawiło się ostatnio szereg badaczy, którzy specjalizują się w zakresie wykrywania nierzetelności postępowania naukowego. Ustala się u nich przekonanie, że nierzetelność jest nieodłącznym atrybutem nauki. Szereg publikacji w tym kierunku ukazał się w amerykańskim Science. Jednym z takich specjalistów jest S. J. Gould. Autor ten postanowił przeprowadzić kontrolę dość podejrzanych wniosków Mortona wskazujących, że Murzyni i Indianie stanowią rasy niższe pod względem inteligencji. Według Goulda właśnie przypadek Mortona szczególnie jaskrawo ujawnia znamiona naukowej nierzetelności i łatwowierności społeczeństwa. Wnioski Mortona są rzeczowo uzasadnione, a materiał jego badań zachował się do dzisiaj. Gould nadmienia, że badania Mortona, jako odległe czasowo, nadają się do kontroli, ponieważ obecnie nie wzbudzą silniejszych emocjonalnych sprzeciwów, gdy ujawnienie podobnych nierzetelności w publikacjach bardziej współczesnych byłoby „nazbyt drażliwe”. Od działalności Mortona dzieli nas z górą stulecie. W dodatku Gould może być bezstronny jako nie pracujący

w zakresie antropologii. Jest on profesorem geologii, ale równocześnie członkiem wydziału historii nauki w swoim uniwersytecie.

W pierwszej połowie XIX w. toczono w Ameryce liczne dyskusje nad pochodzeniem ludzkich ras. Poligeniści utrzymywali, że rasy były stworzone oddzielnie, i ścierali się z monogenistami, którzy wszystkich ludzi wywodzili od potomstwa Adama i Ewy. S. G. Morton był poligenistą. Postanowił on dać naukowe faktyczne uzasadnienie dla poglądu o rasowych różnicach. W owych czasach nie znano współczynnika inteligencji. Natomiast nikt nie kwestionował zapatrywania, że wielkość mózgu jest obiektywną miarą ludzkich umysłowych zdolności, jak też ludzkiej „moralności”. Morton postanowił gromadzić czaszki i oznaczać ich pojemność, będącą wyrazem masy mózgu. Inaczej niż wielu innych mu współczesnych a także późniejszych antropologów, nie podróżował on w poszukiwaniu czaszek, a tylko posługiwał się drogą korespondencji. Kolekcję swoją rozpoczął w 1830 r. Gdy zmarł w 1851 r., jego zbiór zawierał z górą 1300 czaszek. Zbiór ten, nazywany przez współczesnych „Golgotą Ameryki”, uchodził za coś jedyne w swoim rodzaju, a znany zoolog L. Agassiz napisał, że samo obejrzenie kolekcji jest warte podróży do Nowego Świata.

Wyniki swych badań Morton przedstawił w trzech głównych dziełach: 1) *Crania Americana*, 1839, 2) *Crania Aegyptiaca*, 1944, oraz 3) w obszernej rozprawie z 1849 r., wydanej w 4 roczniku *Proceedings Narodowej Akademii Nauki w Filadelfii*. Każda z tych rozpraw była zaopatrzona w sumaryczne tabele, których przykładem może być tabela 1 z pierwszego dzieła z 1839 r. (str. 260), którą przytaczamy za Gouldem.

Tabela 1

Rasa	N	Przeciętna pojemność czaszki w calach sześciennych ($\text{in}^3 = 16,4 \text{ ml}$)		
		średnio	maksimum	minimum
Kaukaska	52	87	109	75
Mongolska	10	83	93	69
Malajska	18	81	89	64
Indiańska	147	82	100	60
Etiopska (Murzyńska)	29	78	94	65

Tabele potwierdzały istnienie rasowych różnic. Materiał Mortona pozwolił mu na jeszcze subtelniejsze zaszeregowanie w ramach poszczególnych ras, np. indiańskiej albo kaukaskiej. Rasy dzieli on na rodziny (families). Spośród rasy kaukaskiej największą pojemność miały czaszki „teutońskie” i „anglo-saksońskie”, najmniejszą „hinduskie”.

Tabelaryczne zestawienia Mortona rozpowszechniły się w dziełach podręcznikowych i stały się rzeczowym wytłumaczeniem wyższości rasy białej, zaś niższości Murzynów, szczególnie Hotentotów, jak też Mongołów, zwłaszcza Eskimosów. W ten sposób też niewolnictwo Murzynów znalazło rodzaj naukowego uzasadnienia.

Gould stwierdza, że cechą prac Mortona jest otwartość w dowolnym manipulowaniu danymi pomiarowymi. Tak np. Morton określa pojemność czaszek rasy kaukaskiej, do której zalicza Hindusów. Jednak w obliczeniu średniej czaszki hinduskie zostają w całości materiału pomi-

nięte. Morton nie zataja tego, przeciwnie, motywuje to tym, że „pojemności tych czaszek były tak niskie, jak w żadnej innej nacji”. Taka zupełnie osobiwa przyczyna odrzucenia czaszek „rodziny” Hindusów jest jeszcze wzmocniona okolicznością, że Morton w swym materiale miał czaszki mniejsze od hinduskich! W różnych miejscach swych rozpraw Morton zaznacza, że najmniejszą pojemność, z jaką miał do czynienia, posiadała czaszka hotentocka, licząca 65 cali. Tymczasem, jak stwierdza Gould, i ta deklaracja nie zgadzała się z danymi prezentowanymi nawet w tabelach. Łatwo dojrzeć, że nawet przeciętne wielkości dla czaszek malajskich i indiańskich były jeszcze mniejsze (por. tab. 1). Wśród danych Mortona znajduje się kilka czaszek Indian peruwiańskich o pojemności aż do 60 cali cześciennych łącznie.

W swej ostatniej rozprawie z 1849 r. Morton nie wyprowadza średniej dla rasy kaukaskiej, a tylko rozpatruje osobno jej rodziny. Łatwo sprawdzić rachunkiem, że — gdyby Morton średnią przytoczył — przeciętna dla czaszek kaukaskich okazałaby się prawie równa tejże dla czaszek Indian. Morton wyłącza z rachunku przeciętnej niektóre czaszki Chińczyków i Eskimosów, ponieważ, jak zauważa, są one „za wielkie”. Ma to oznaczać, że zbyt odiegają od reszty materiału. Takie postępowanie pozwala mu utrzymać pojemność czaszek mongolskich na niskim poziomie. Nie sposób wchodzić bliżej w dalsze szczegóły opisywane przez Goulda. Ujmiemy też za nim sprawy tylko sumarycznie.

Morton popełnia dwa zasadnicze błędy, które mu ułatwiają mniej lub więcej świadomie i tendencyjnie interpretować wyniki. Po pierwsze, pojemność czaszek była początkowo mierzona przez ich wypełnianie siemieniem gorczycy. Po pewnym czasie Morton sam stwierdza, że tym sposobem otrzymuje się różnice sięgające 2—5 cali (33—82 ml) w pomiarach tej samej czaszki. Przeszedł on wobec tego na wypełnianie czaszek śrutem (rozmiar BB) i w ten sposób zmniejszył błąd do 1 cala. Aby rzecz sprostować, Morton wymierza czaszki powtórnie, jednak nie czyni tego z całym wcześniej pomierzonym materiałem.

Drugim błędem jest brak uwzględnienia zależności pojemności czaszki od rozmiarów ciała i płci. Czaszki ludzi o ciałach drobnych (Hotentoci, Indianie peruwiańscy, Hindusi) są mniejsze od tychże ludzi rośliych. Kobiety, jako mniejsze, mają też mniejsze czaszki. Morton w swym materiale oznacza płeć, jeśli jest znana. Różnica pojemności czaszek męskich i kobiecych sięga u niego 9 cali. Musiało więc być dla niego jasne, że średnia arytmetyczna wybitnie zależy od proporcji obu płci. Okoliczność tę Morton przemilecza. Świadomą, czy nieświadomą przyczyną tego musiała być okoliczność, że wyniki okazałyby się niezgodne z ideowymi tendencjami badacza. W komplecie czaszek angielskich Morton ma samych mężczyzn, zaś w komplecie czaszek Hotentotów — same kobiety. Proporcje płci w materiale Mortona są bardzo różne. Tak jak wyłączenie czaszek Hindusów pozwoliło mu powiększyć przeciętną pojemności dla rasy kaukaskiej, tak obfitość małych czaszek kobiecych peruwiańskich Indian pozwoliło mu uzyskać niską przeciętną dla czaszek Indian w ogóle. Gould przytacza dalsze przykłady podobnych tendencyjnych przeszerzowań materiału.

Morton dowolnie zmienia liczby w zestawieniach. Tak, pojemność czaszek „Negroidów” egipskich wypada średnio 80 cali, ale Morton podaje 79 cali. Pojemność dla Germanów i Anglo-Saksończyków powinna wynosić 88 i 89, a Morton ustala dla nich średnią wspólną 90 cali.

Takich dziwnych „pomyłek” Gould znajduje wiele, a wszystkie przechylają rezultaty w kierunku przekonań Mortona.

Gould, po dokonaniu kontroli, stwierdza, że materiał Mortona, jeśli się uwzględni rozmiary ciała i płeć, nie daje żadnych podstaw do stwierdzenia rasowych różnic pojemności czaszki. Rozprawy Mortona Gould nazywa zlepkiem przypuszczeń i szachrajstwa (patchwork of assumption and finagling). Twierdzi on, że „nie znajduje dowodu, aby w opracowywaniu wyników Morton popełniał oszustwa lub świadome manipulacje”. Przesądne przekonania rasowe, dla udowodnienia których Morton przedsięwziął swe pracowite dzieło, mają dostatecznie tłumaczyć zboczenia z toru bezstronności. Gould, powołując się na znane zapatrywania K. Darwina, uogólnia sprawę i twierdzi, że przyznanie komuś pełni naukowej bezstronności jest „naiwnym przekonaniem”. Każdy badacz ma, według Goulda, upatrzony pogląd i w swym naukowym dowodzie poszukuje raczej udowodnienia swych tez niż prawdy.

Gould wyprowadza swe wnioski nie tylko w oparciu o swoją kontrolę postępowania Mortona. Powołuje się on na przykłady podobnych i nie mniej drastycznych zboczeń, i to największych luminarzy wiedzy. Cytuje on innych historyków, którzy dostrzegli brak obiektywności u Grzegorza Mendla, ale przede wszystkim u wielkiego I. Newtona.

Co do Mendla, zarzutu nierzetelności wysunąć nie można. Liczby przytaczane w jego dziełach są tak nieprawdopodobnie bliskie rzeczywistości, że nie mogą być rezultatem rzeczywistego rozsiewu, obecnie znanego już dokładnie. Suponowano więc, że Mendlowi pomagał ogrodnik lub braciszek zakonny, który wiedział czego przeor poszukuje. Gould uważa, że tego rodzaju przypuszczenie jest zbędne, ponieważ całkowicie wystarczy istnienie wyjątkowej tendencji badacza.

Zarzut braku doświadczalnych podstaw i istnienia zawczasu upatrzonej idei w ustalaniu wzoru na przyspieszenie ziemskie został wysunięty przez Alberta Einsteina w odniesieniu do G. Galileusza. Zarzutu tego nie potwierdzono. Nawet, wręcz przeciwnie, dane historyczne wskazują, że Galileo nie miał upatrzonego przekonania, i że rezultat jego fizycznych pomiarów był dla niego niespodzianką. Następujący się zasadniczo problem fizyki udało się Galileuszowi rozwiązać dzięki jego wiadomościom z zakresu muzyki, mianowicie znajomości stosunków wysokości tonów muzycznych uzyskiwanych ze strun o różnej długości. Przypadek zdarzył, że zachowały się własnoręczne zapiski Galileusza, według których udało się nie tylko odtworzyć bieg doświadczenia, ale alternatywne próby liczbowego ujęcia rezultatów, co stopniowo drogą prób i błędów naprowadziło tego wielkiego badacza na istnienie geometrycznej składowej przyspieszenia spadającego ciała.

Czymś całkowicie przeciwnym jest postępowanie I. Newtona, które R. S. Westfall ocenia i charakteryzuje, określając je jako sromotę (flagrancy) i beczelne manipulacje (brazely manipulations).

Newton, w oparciu o pojęcia rozwinięte przez Kopernika i o wyniki dociekań Keplera, ustalił teorię ówczesnie znanego Kosmosu. Ruchy ciał niebieskich dały się połączyć w jedno ze zjawiskami na Ziemi oraz ująć w matematyczne wzory. Zasadniczą rolę w tej koncepcji pełniły siły przyjęte przez Kopernika, które miały działać na odległość. Oto Kopernik, obok sił powodowanych „pędem” (inefabili motus vehementia), siłami grawitacji (gravitas) tłumaczył kolistość orbit planetarnych i kolistość Ziemi i ciał niebieskich. Z działaniem sił na odległość nie mogli

się pojęciowo pogodzić ówcześni filozofowie mechanicyści, a przede wszystkim G. W. Leibnitz. Wystąpili oni krytycznie przeciwko teorii Newtona. Aby uzasadnić trafność swych wzorów, Newton potrzebował danych doświadczalnych: pomiarów przyspieszenia ziemskiego, odległości Księżyca od Ziemi, kształtu tej ostatniej, położenia jej środka ciężkości, oporu powietrza, prędkości fal głosu i wielu innych. W początkach 18 wieku dane te były skąpe i niedokładne. Podstawienie ich do wzorów dawało rezultaty odbiegające od rzeczywistości. Aby sprostać temu, Newton dowolnie poprawiał ówczesną pomiarową „rzeczywistość”, albo wprost „manipulował liczbami”.

Westfall opisuje, jak, wychodząc z zasad ruchu wahadła, Newton wprowadził prosty ruch harmoniczny, z czego z kolei otrzymał wzór na prędkość rozchodzenia się fal akustycznych. Prędkość głosu okazała się zależna od sił elastycznych i gęstości środowiska. Newton, w I wydaniu swych wiekopomnych „*Philosophiae naturalis principia mathematica*”, przyjmuje stosunek gęstości powietrza do wody za $1/850$ i według swego wzoru otrzymuje prędkość głosu równą 968 stóp (285 m) na sekundę. Newton, w tym wydaniu, nie pretenduje do dokładności. Przytacza on liczby otrzymane doświadczalnie przez innych (prędkość głosu od 600 do 1474 stóp) i sam próbuje oznaczać prędkość głosu. Westfall, na podstawie historycznego materiału, wykazuje, że Newton elementy swoich wzorów ustalał według posiadanych liczb, ale również rezultaty pomiarów normował odpowiednio do obliczeń ze wzorów.

Wkrótce po wyjściu I wydania *Principiae*, okazało się, że dane wymagają uzupełnień. Prędkość głosu okazała się zbyt niska. W następnym wydaniu Newton poprawia swoje obliczenia. Zamiast stosunku gęstości $1/850$, przyjmuje on $1/870$. Prędkość wypada wówczas 979, a więc nadal jest za mała. Wprowadza on wówczas wyimaginowaną poprawkę na obecność pary wodnej w powietrzu. Zgodnie z zupełnie dowolnie przyjętą supozycją para wodna miała nie drgać wraz z powietrzem. Te wielkości przyjmuje on więc w sposób bliski fantazji, ustala je dowolnie, bez oznaczeń doświadczalnych. Poprawka na parę wodną również jeszcze nie wystarczała. Wobec tego Newton wprowadza zależność od jakiejś własności powietrza, którą nazywa „*crassitude*”. Otrzymuje wreszcie prędkość głosu 1142 stopy, wielkość identyczną z pomiarem uzyskanym w tym czasie przez jego przyjaciela W. Derhama.

Jak nadmieniał Westfall, podejście Newtona do fali głosu stało się otwarciem nowego działu fizyki — fizyki teoretycznej. Jednak jego próby uzgodnienia wzorów z pomiarami graniczyły, czy wprost były szachrajstwem (fudge, według Westfalla). Newton zapewnia, że w zakresie prędkości głosu wzory jego dają dokładność $1/1000$. Było to jednak stwierdzenie nie uzasadnione. Przyjęcie roli pary wodnej Westfall nazywa zupełnie dowolnym, zaś koncepcję „*crassitude*” — rozmyślnym oszustwem (nothing short of deliberate fraud). Wszystko to, aby kontynentalnym mechanistom wykazać słuszność matematycznego ujęcia ruchu.

Powyższy przykład sposobu ujmowania prędkości głosu jest może najprzystępniejszy jako ilustracja. Podobne dowolności odnoszą się do innych rozdziałów „*Principiów*” (grawitacji, precesji równonocy). Gdy wydawca dostrzegał niedokładności, Newton bez żenady zmieniał dane doświadczalne, albo wyprowadzał nową poprawkę. Jego bezczelność, gdyż tylko tak można nazwać jego postępowanie, wydaje się nam obec-

nie niewiarygodna, szczególnie gdy się to porówna ze sposobem podejścia Galileusza albo z wieloletnimi zmaganiem się Keplera. Newton miał skrupulatnego wydawcę, R. Cotesa. Zachowały się fragmenty korespondencji pomiędzy nimi. Cotes raz po raz stwierdza brak dokładności i śle do autora zapytanie. Newton poprawia i daje nowe instrukcje. R. S. Westfall — za samym Newtonem! — czynność tę nazywa cerowaniem liczb (mending the numbers). Newton poprawiał w ten sposób siłę przyciągania Słońca i Księżyca, stosunek mas Księżyca i Ziemi, wielkość przypływów i odpływów morza, stopień spłaszczenia Ziemi itp. Niekiedy, jak w przypadku obliczenia precesji, wprost pisał do Cotesa: „you can mend the numbers so as to make the precession of the equinox about 50 or 51” (list z 12 lutego 1711 r.). Rozprawa Westfalla wprowadza czytelnika w świat nauki nieznany, nieprawdopodobny i wprost nawet sprzeczny z tym uwielbieniem jakie piastujemy dla tego olbrzyma umysłowego, dla tego geniusza, który „nadał prawa fizyczne zjawiskom kosmicznym”.

A należy nadmienić, że Newton nie był w historii pierwszym z wielkich, którzy dopuścili się tego rodzaju nierzetelności. Oto już dawniej wykryto dziwne niedokładności w obliczeniach wielkiego twórcy teorii epicykli (zniweczonej przez Kopernika), słynnego aleksandryjskiego astronoma Klaudiusza Ptolemeusza. Dopiero jednak dzieło R. R. Newtona w 1977 r. wykazało nierzetelność niektórych twierdzeń znanego Almagestu (Megale syntaxis). Jeden z współczesnych astronomów i historyków nauki z Harvard, mianowicie O. Gingerich, również stwierdza szereg wątpliwych danych liczbowych u Ptolemeusza, ale jest zdania, że badacz ten był w posiadaniu licznych pomiarów obserwacyjnych, współczesnych mu i wcześniejszych, i z nich dobierał sobie takie wielkości, które pasowały do jego wywodów. Gingerich nazywa to „wygładzaniem danych”. Natomiast R. R. Newton wykazuje, że u Ptolemeusza mamy do czynienia z „najbardziej udanym naukowym oszustwem”. Szczególnie jasnym przykładem jest według R. R. Newtona pomiar jesiennej równonocy przypadającej według Ptolemeusza na 25 sierpnia 132 r. n.e. Ptolemeusz przytaczając dzień i godzinę oświadcza, że dokonał pomiaru ze szczególną starannością. Obecne obliczenia wskazują, że zjawisko równonocy przypadło wówczas nie tylko na inną godzinę, ale odbyło się nawet innego dnia (24 sierpnia). Jakakolwiek niedokładność w pomiarze jest tu wykluczona.

Ta dziwna (i inne podobne) różnica nie doprowadziłaby do dalszych wniosków gdyby nie przypadek, że R. R. Newton w astronomii zajmował się właśnie zjawiskiem równonocy. Zawdzięczając temu R. R. Newton zdołał wykryć skąd Ptolemeusz wziął fałszywy pomiar w swej rzekomo dokładnej obserwacji. Oto 278 lat przed Ptolemeuszem, Hipparch z Niceny obliczył dokładnie trwanie roku i podał czas jesiennej równonocy. Jeżeli przyjąć dane Hipparcha, można za R. R. Newtonem wyliczyć chwilę i dzień równonocy z 132 r. n.e. Jest to właśnie czas przytoczony przez Ptolemeusza dla jego „pomiaru”. A więc badacz nie mierzył czasu równonocy, a tylko rzecz ułatwił sobie rachunkiem.

Gdy się weźmie pod uwagę takie fakty, można zrozumieć zdecydowane wnioski J. S. Goulda i innych. Przemilczanie faktów świadczących o błędach naszych ojców nauki, do czego niestety mają skłonność niektórzy historycy wiedzy, jest drogą błędną i szkodliwą. Trzeba uczyć się należytego postępowania na cudzych błędach, nie zaś pomiary naginać do teorii i ludzić społeczeństwo, które uczonym daje podstawy do życia i

środki do badań. Gould uważa „sagę Mortona” za potworny (egregious) przykład ogólnego problemu nauki. Oświadcza on, że nie ma na celu usprawiedliwiać naukowej nierzetelności. Swą „sagę” przytacza on w nadziei, że spowoduje dwa skutki: że wzmocni poczucie konieczności naukowej bezstronności, oraz że wzmocni przestrzeganie tego, co — jakkolwiek może się to wydawać paradoksalne — stosował sam Morton: jawności naukowego postępowania. Jawność pozwoli innym bezstronnym badaczom dostrzec błędy, których ze względu na nasze zapatrzenie się we własne idee nie widzieliśmy sami. W poglądach historyków wiedzy cytowanych wyżej istnieje tendencja przypisania nierzetelności wszystkim pracownikom nauki. Jednak na przykładzie Kopernika, Keplera, Galileusza dostrzec można, że istnieją także rzetelni poszukiwacze prawdy.

Jakkolwiek Gould deklaruje, że nie zamierza usprawiedliwiać naukowego „partactwa” (fudge), ale cytując niedozwolone manipulacje Newtona dodaje, że jego nierzetelności nie przyniosły nauce uszczerbku, ponieważ „ostatecznie miał on rację”. Trzeba tu jednak przypomnieć, że chociaż Newton poprawnie rozwiązał szereg problemów fizyki, ale ani Burt, ani Morton racji nie mieli. Zaś ich dane podtrzymywały i silnie przyczyniły się do wypaczenia zapatrywań i do podsycania rasowych zmagających. Nawet i obecnie dyskryminacja rasowa wydaje się daleka od wykorzenienia. Może o tym świadczyć świeży artykuł wstępny (z 3 sierpnia 1978 r.) tygodnika *Nature*, a także wiele innych powszechnie znanych faktów.

Trzeba uczyć się odróżniać dobro od zła. Dobrze jest wyprowadzanie uogólnień w oparciu o fakty. Złe jest gdy teoriom przypisujemy znaczenie powszechnych prawd, gdy stają się one dla nas dogmatami i zasłaniają nam horyzont naukowy. Dane własne i cudze, chociażby pochodziły od autorytetów naukowych, powinniśmy sprawdzać. Nauka tym właśnie różni się od religii, że liczy się z ułomnością teorii i nakazuje sprawdzać zgodność z rzeczywistością nawet pozornie najsilniej ugruntowanych zasad.

LITERATURA

- [1] Artykuł redakcyjny — *Blacks and science*. *Nature*, 274, 409, 1978.
- [2] Gould S. J. — *Morton's ranking of races by cranial capacity*. *Science*, 200, 503—509, 1978.
- [3] Newton R. R. — *The crime of Ptolemy*. J. Hopkins Univ. Press, Baltimore 1977.
- [4] Szabuniewicz B. — *Rekonstrukcja doświadczeń Galileusza ze spadaniem ciał*. *Wszechświat*, 23—24, 1978 (1).
- [5] Szabuniewicz B. — *Brak zgody z prawdą w badaniach nad dziedziczeniem inteligencji u jednojajowych bliźniąt*. *Kosmos*, 26, 393—395, 1977.
- [6] Westfall R. S. — *Newton and the fudge factor*. *Science*, 179, 751—758, 1973.

Cz. Tarkowski: Czynniki warunkujące produktywność roślin. PWN, Warszawa 1978; s. 329, rys. 64, tab. 15, cena 34 zł.

Swoistość ujęcia zagadnień sygnalizują już podtytuły. Przykładowo: „1.1. W skład rośliny wchodzi: woda, związki organiczne i nieorganiczne”¹ (s. 11) daje do zrozumienia, iż woda nie jest związkiem chemicznym. „2.8. Siarka jest analogiem tlenu i występuje w organizmach żywych w postaci SH” (s. 18) świadczy o swobodnej interpretacji układu okresowego pierwiastków z jednoczesnym podważeniem przekonań, iż siarkę w komórkach roślinnych spotkać można pod postacią anionów lub CaSO_4 . „1.21. Tłuszcze (lipidy) są związkami wysokoenergetycznymi, zawierającymi w swym składzie dużo węgla a mało tlenu” (s. 40) daje podstawę do wnioskowania, iż tłuszczem jest wysokokaloryczny gaz ziemny. Wymienione podtytuły nie oddając istoty rzeczy, mogą wprowadzić w błąd. Sugerują zbyt proste odpowiedzi („2.1. Życie powstało dzięki właściwościom atomów i związków chemicznych”, s. 53), bądź są zbyt ubogie treściowo („3.2. Auksyny powodują zmiękczanie i rozciągliwość ścian komórkowych”, s. 100).

Już na wstępie niepokoją niepoprawne sformułowania na temat substancji popielnych („związki popielne powstałe w wyniku pobierania soli mineralnych”, s. 12) oraz makro- i mikroelementów („Ponieważ ilość tych pierwiastków w roztworze jest poniżej 100 ppm, dlatego też nazwano je mikroelementami.”, s. 13). Niepokoją zdania objaśniające nieznanie nieznanym i stawiające na jednej płaszczyźnie pojęcia nadrzędne i podrzędne (np. „W przyrodzie w procesie ewolucji została wytworzona określona liczba rodników, reagujących między sobą, dzięki czemu powstały typowe, łańcuchowe szlaki metaboliczne, jak np. glikoliza, fosforylacja, cykl Krebsa.”, s. 15). Styl kłóci się z wymogami języka polskiego.

„Atom węgla określa właściwości związków chemicznych, a szczególnie makrocząsteczek, co z kolei wpływa na procesy biologiczne i cechy organizmów. Dlatego też nie można rozpatrywać zagadnienia zmienności i dziedziczności roślin oraz zwierząt bez przypomnienia podstawowych wiadomości z zakresu biochemii i chemii fizycznej...” (s. 16). Wyjaśniwszy Czytelnikowi sens napisania pierwszych rozdziałów Autor przechodzi do systematycznego wykładu. I tu zapalają się światła alarmowe.

„Źródłem O_2 w roślinie jest powietrze. (...) Źródłem tlenu w atmosferze są rośliny. Powstaje on w procesach oddychania tlenowego.” (s. 16). Problem do końca wyjaśniono na str. 31—32: „Głównym źródłem węgla w atmosferze są rośliny i zwierzęta. Ponieważ w oceanach i morzach zachodzi proces fotosyntezy na olbrzymią skalę, wobec czego są one głównym źródłem CO_2 w atmosferze.” Wątpliwości rozstrzygnięto na s. 243: „Przeciwnie, intensywne oddychanie nocą może spowodować duży przyrost suchej masy.” Rzeczywistość jest akurat odwrotna: to podczas fotosyntezy wydzielany jest tlen, pochodzący z fotolizy wody; to podczas oddychania wydalany jest CO_2 kosztem spalania substratów; to podczas oddychania spada sucha masa, aczkolwiek ów spadek może być z nawiązką kompensowany przez zachodzącą jednocześnie fotosyntezę.

„Azot cząsteczkowy łączy się egzotermicznie z wodorem tworząc amoniak, wyzwalając jednocześnie energię w ilości 15 kcal/mol.” (s. 18). W rzeczywistości zredukowanie jednej cząsteczki N_2 do NH_4^+ wymaga w optymalnych warunkach

¹ Wszystkie cytaty w cudzysłowie, bez zmian stylistycznych bądź interpunkcyjnych. Jeżeli cytowanych zdań nie rozdzielono odnośnikiem do strony to oznacza to, iż przytaczane są zgodnie z kolejnością w tekście książki.

zużycia 20 cząsteczek ATP; *Azotobacter* aby zredukować 1 mg N_2 musi spalić 50—150 mg glukozy. „Organizmy mają zdolność przy stosunkowo niewielkich nakładach energetycznych przekształcania tlenków azotu, np. azotanów lub azotynów, do amoniaku.” (s. 18). Redukcja NO_3^- do NH_4^+ wymaga przyłączenia ośmiu elektronów, co oznacza duży wkład energetyczny.

„W wielu związkach tlen zastępuje siarkę, gdyż jest pierwiastkiem bardziej ruchliwym. W aminokwasie — serynie, która jest analogiem cystyny, siarka została zastąpiona tlenem.” (s. 18). Trudno kruszyć kopie o pierwsze stwierdzenie, nie wiedząc co oznacza „ruchliwy” w odniesieniu do tlenu, ani nie mając dowodu iż w związkach zawierających obecnie tlen, pierwotnie występowała siarka. Natomiast cystyna jako żywo nie przypomina budową seryny; prawdą zaś jest, iż w serynie występuje reszta —OH w miejscu, w którym w cysteinie znajdujemy resztę —SH. „Siarka jest obecna w cysteinie; która jest dimerem, zawierającym dwie cząsteczki utlenionej cystyny połączonej przy pomocy mostków dwusiarczkowych.” (s. 41—42). Biochemicy mimo to twierdzą, iż to cystynę można rozpatrywać jako dimer cysteiny.

W podręczniku przedstawiono nie mniej oryginalne poglądy na istotę fosforylacji i liczbę wiązań makroergicznych w ATP (s. 19—20), który w istocie ma ich dwa a nie jedno; na powstawanie $NADPH_2$ przy fosforylacji fotosyntetycznej (s. 20), który w rzeczywistości nie powstaje; na udział molibdenu w procesie pobierania azotanów (s. 23), który to molibden faktycznie nie ma związku z pobieraniem NO_3^- aczkolwiek jest niezbędny jako kofaktor strukturalny reduktazy azotanowej; itd. Zagadką dla Czytelnika pozostanie istnienie arktycznych lodowców, skoro „Na biegunie w okresie letnim przez kilka miesięcy nie zachodzi słońce, wobec czego ilość energii pochłoniętej jest w tym okresie stosunkowo duża.” (s. 28).

„Przy obecności enzymu kwas węglowy wchodzi w reakcję z cukrem rybulozą. Z jednej cząsteczki kwasu węglowego i jednej rybulozy powstają dwie cząsteczki kwasu glicerynowego. Takie przyłączenie CO_2 nazywamy karboksylacją. Redukcja kwasu glicerynowego do aldehydu glicerynowego, za pomocą wodoru uzyskanego z fotolizy wody, jest dopiero fotosyntezą CO_2 .” (s. 31). Ów „enzym” to karboksylaza rybulozodwufosforanowa. „Rybuloza” to rybulozo-1,5-dwufosforan. „Kwas glicerynowy” i „aldehyd glicerynowy” to kwas 3-fosfoglicerynowy i aldehyd 3-fosfoglicerynowy. Ów „wodór” to oczywiście $NADPH_2$ i ATP. Te drobne różnice są dla biochemika raczej istotne. „Fotosynteza CO_2 ” nie ma potrzeby istnieć, skoro CO_2 już istnieje; znany jest natomiast proces asymilacji CO_2 , inaczej zwany cyklem Calvina-Bensona, przebiegający bez udziału światła.

„Odbiorcą elektronów z chlorofilu jest enzym — ferredoksyna, która następnie przekazuje je na NADP, a donatorem elektronów jest cytochrom f. Powstająca w tym czasie zredukowany $NADPH_2$ jest wykorzystywany do redukcji kwasu fosfoglicerynowego powstającego z połączenia 1,5-dwufosforanu z rybulozą. Wraz z powstaniem aldehydu glicerynowego zachodzi przepływ elektronów. W ten sposób powstaje w roślinie słaby prąd elektryczny, którego sprawcą jest energia promieniowania świetlnego.” (s. 34). Ferredoksyna nie figuruje na liście enzymów; cytochrom f nie jest bezpośrednim dawcą e^- dla ferredoksyny; kwas fosfoglicerynowy nie może powstać z połączenia 1,5-dwufosforanu z rybulozą; 1,5-dwufosforan jako taki nie istnieje. Po piąte — z jakiej to przyczyny dopiero wraz z powstaniem aldehydu glicerynowego ma w roślinie powstawać prąd elektryczny?

„Ważnym cukrem biorącym udział w procesie asymilacji CO_2 jest cukier o 3 węglach D-rybuloza.” (s. 37). Rybuloza jest pentozą, tj. cukrem pięć-węglowym.

Jak poprzednio niezrozumiały był wykład o budowie atomu i wiązaniach, tak obecnie nie sposób pojąć wykładu o stereoizomerii cukrów (s. 36). Rys. 8 i 13 są identyczne, mimo różnych podpisów. Rys. 11 i 12 są niezrozumiałe, z powodu pominięcia litery β . Rys. 4 nie przedstawia cytochromu, jak głosi podpis.

„Cząsteczki glukozy w skrobi są połączone wiązaniami α -glikozydowymi, w których zawarta jest energia promieniowania słonecznego.” (s. 38). Jest to oczywiście nieporozumienie. „Jest rzeczą interesującą, iż sinice (organizmy prokariotyczne), podobnie jak współczesne rośliny wyższe, mają chlorofil a. Pod wpływem promieni słonecznych został wyselekcjonowany związek, który od 2 mld lat nie uległ większym zmianom.” (s. 55). Kto miał szczęście analizować chlorofil sinic z er zamierzchłych? Kto widział promienie słoneczne selekcjonujące chlorofil? Niestabilność chlorofilu stanowi zmołę dla współczesnych pracowni analitycznych; w jakich to warunkach może przetrwać dwa miliardy lat?

Przestarzałe są twierdzenia, iż [1] „Enzymy mogą katalizować przebieg reakcji w obu kierunkach.” (s. 49); iż [2] mogą istnieć enzymy „nie wykazujące właściwości białek” (s. 48) lub [3] procesy oksydoredukcyjne „związane są z wędrówką tlenu lub wodoru” (s. 49). Bezwartościowe są rysunki 23 i 24. Przy pierwszym pominięto wiązania —S—S— i nie podano o jaką RNazę chodzi, za to w podpisie zamieszczono zdanie niczego nie wyjaśniające: „Poszczególne aminokwasy ułożone są w odpowiedniej kolejności łańcucha zgodnie z zapisem zawartym w DNA i RNA.” Jak rozumieć drugie zdanie do rys. 24: „W temperaturze normalnej lub siły jonowej wraca stan pierwotny nici białkowej.” (s. 46)?

Kwasy nukleinowe: „Są to bardzo skomplikowane związki, zawierające fosfor tworzący wiązania wysokoenergetyczne.” (s. 51). „Rozmieszczenie tych nukleotydów w cząsteczkach DNA i RNA jest nieregularne, co warunkuje odpowiednie uszeregowanie liter A, C, G, T i daje zapis genetyczny.” (s. 51). „Przy syntezie RNA adenina przyłącza uracyl, a guanina — cytozynę.” (s. 70). „Ponadto w łańcuchu tRNA, oprócz stałych nukleotydów, występują również zmienne. W każdej cząsteczce w tym samym miejscu mogą występować różne nukleotydy.” (s. 74—75). Obrazu dopełnia stwierdzenie: „Cząsteczki DNA i RNA są we wszystkich roślinach podobne, a w wielu nawet takie same, wobec czego proces fotosyntezy zachodzi u większości roślin w sposób podobny.” (s. 90). Recenzent ma obowiązek spokojnie ustosunkować się do w.w. twierdzeń. A więc: (1) fosfor nie tworzy wiązań wysokoenergetycznych w łańcuchach kwasów nukleinowych; (2) rozmieszczenie nukleotydów nie warunkuje żadnego rozmieszczenia liter, bo nie ma liter w kwasach nukleinowych a już na pewno nie ma T w RNA; (3) przy syntezie RNA adenina nie przyłącza uracylu, bo w ogóle w łańcuchach polinukleotydowych zasady purynowe i pirymidynowe nie są z sobą bezpośrednio połączone; Autor ma tu zapewne na myśli zasadę komplementarności; (4) recenzent nie pojmuje zdań dotyczących tRNA; (5) różnorodność świata roślin zaprzeczają twierdzeniu, jakoby DNA i RNA we wszystkich roślinach miały być podobne a nawet „takie same”, przy czym zaprawdę nie ma żadnego bezpośredniego związku pomiędzy DNA i przebiegiem fotosyntezy.

„Jeżeli makrocząsteczki wytworzą takie struktury, jak błony komórkowe, to ich własności zbliżą się do materii obdarzonej atrybutem „życia”. Stopień uporządkowania makrocząsteczek w komórkach jest jak gdyby miarą życia.” (s. 54). Rozwiązany został tym samym — nie kończący się dla reszty biologów — spór o istotę życia.

Błędny jest rozdział trzeci, poświęcony fitohormonom (s. 98—105). Gibereliny zaczynają „działać podobnie” jak auksyny (s. 103), które z kolei zaczynają „łagodnie denaturować DNA” (s. 104) i „przemieszczać się z oświetlonej do zaciemnionej strony koleoptylu” (s. 104—105). Nie wyjaśniono dotąd ani mechanizmu działania giberelin ani auksyn; wiadomo jednakże, iż działają odmiennie. Aczkolwiek auksyna może wiązać się z nukleoproteidami, to nie wiadomo czy przy okazji denaturuje DNA. Fototropizm nie jest powodowany przez przemieszczanie auksyn z oświetlonej części łodygi do zaciemnionej.

„Akceptorem CO₂ w cyklu jest ufosforyzowany pirogronian, zwany kwasem fosfoendopirogronowym.” (s. 81). Na tej samej s. 81 znajdujemy jeszcze „ufosforyzowaną rybulozę”, a kwas „fosfoendopirogronowy” na s. 243, co świadczy iż wymienione terminy nie są dziełem chochlika drukarskiego; chodzi oczywiście o kwas fosfoenolopirogronowy i pochodne fosforylowe. Do grupy dziwotworów językowych należy „cytosom” (s. 85) zamiast cytosol, „acylo-koenzym A” (s. 85), „mleko kokosowe” (s. 105), „interlakarny” (s. 101), „kwas absycynowy” (s. 101), „cink capacity” (s. 245), „glikoliza tlenowa” (s. 91), „siły ciągnące” (s. 109), i wiele innych. Na s. 38—39 występuje „insulina” zamiast inuliny. Zamiana jednej litery sprawia, iż hormon regulujący gospodarkę wodną w organizmach zwierząt zamienia się na cukier zapasowy niektórych roślin.

Złe jest z fitochromem, tropizmami, transpiracją; nie lepiej z anatomią (por. opis cewek na s. 109).

„Duża powierzchnia blaszki liściowej i jej stosunkowo mała grubość zostały ukształtowane w procesie ewolucyjnym w wyniku długotrwałego działania promieniowania słonecznego.” (s. 113). Tak twierdzący wykładowca musi się liczyć z pytaniem ze strony złośliwego studenta, jak długo należy trzymać dłoń na słońcu aby porosła kaktusem; student ów wie, iż kaktus rośnie w rejonach o szczególnie „długotrwałym działaniu promieniowania słonecznego”, przy czym liście przekształcił na kolce. Wykład akademicki nie znosi banału i trywialnych skrótów myślowych. Recenzja z takiego wykładu mogła być oparta wyłącznie o fotograficzne zacytowanie nielicznych — z wielu w tej książce — stwierdzeń tak jaskrawo sprzecznych z podstawami wiedzy biologicznej, iż ich błędność jest dostrzegalna dla co drugiego maturzysty. Errata do książki zawiera dwie pozycje, co oznacza, iż po wydrukowaniu całości dostrzeżono dwa błędy.

Gwoli ścisłości zaznaczyć należy, iż rozdziały końcowe, poświęcone tematowi tj. uprawie roślin, sprawiają wrażenie zupełnie dobre.

Wniosków nie wyliczam, bo wnioski i ocena są oczywiste dla każdego, komu drogie są sprawy rozwoju kultury i nauki w Polsce. To dzieło wstydem palić winno! Kto je rekomendował Ministerstwu Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki w sprawie mecenatu finansowego; kto je recenzował dla Wydawcy? Znajdzie się kto do spicia nawarzonego piwa?

J. S. Knypl

H. E. Street (ed.): *Essays in Plant Taxonomy*. XXIV + 304 str., 27 rys., 17 tab. London—New York—San Francisco 1978, Academic Press. Opr., cena £. ang. 12.50. ISBN 0.12.673360.0.

Książka jest tomem jubileuszowym, ofiarowanym przez brytyjskich taksonomów roślin profesorowi T. G. Tutinowi z okazji siedemdziesięciolecia jego urodzin. Składa się z czternastu szkiców dobranych tak, by odzwierciedlały postęp, jaki w ostatnich latach dokonał się w metodach pracy i sposobie myślenia w zakresie systematyki roślin. Wszystkie rozdziały napisane są w sposób jasny i przystępny, bez zbędnych zawiloci terminologicznych i nadmiernego przeciążenia szczegółowymi danymi faktycznymi. Dzięki temu może z omawianej książki korzystać szeroki krąg czytelników, złożony z badaczy pracujących w różnych dziedzinach biologii i bardziej zaawansowanych studentów.

Zakres opracowania najlepiej odczytać można z tytułów poszczególnych jego rozdziałów. Trzy pierwsze zajmują się niektórymi kryteriami używanymi w taksonomii roślin: ekologicznymi (D. H. Valentine), chemicznymi (P. M. Smith) i kariologicznymi (D. M. Moore). W dalszych rozdziałach C. A. Stace omawia wpływ

systemów rozmnażania na zmienność roślin i granice międzygatunkowe, a P. N. A. Sneath i A. O. Chater zajmują się zasobem informacji, zawartym w kluczach do oznaczania. Tematem rozważań P. F. Parkera są specyficzne problemy klasyfikacji roślin uprawnych, a J. G. Hawkes omawia znaczenie taksonomii dla racjonalnej ochrony zasobów genowych roślin. P. F. Yeo zajmuje się rodzajem *Euphrasia* jako przykładem grupy krytycznej o normalnym, seksualnym typie rozmnażania, zaś C. D. K. Cook przedstawia interesujący przykład konwergencji pokrojowej u roślin wodnych („syndrom *Hippuris*”). Specyficzne zagadnienia taksonomii roślin niższych omawiają P. W. Richards w odniesieniu do mszaków i D. L. Hawksworth w odniesieniu do porostów. Ten ostatni rozdział w sposób szczególnie interesujący ukazuje przewrót, jaki dokonał się ostatnio w lichenologii, doprowadzając do całkowitego zarzucenia pojęcia „porostów” jako grupy taksonomicznej i włączenia ich w system grzybów. Końcowe rozdziały zajmują się zagadnieniem endemitów w aspekcie ogólnym (I. B. K. Richardson) i w odniesieniu do flory brytyjskiej (S. M. Walters) oraz stanem i perspektywami florystyki europejskiej (V. H. Heywood).

Omawiana książka tworzy — mimo swej różnorodności tematycznej — logiczną całość, odzwierciedlającą aktualne osiągnięcia i tendencje brytyjskiej taksonomii roślin. Warto więc po nią sięgnąć, tym bardziej że od 30 lat właśnie Wielka Brytania stanowi główny ośrodek rozwoju tej dyscypliny w Europie.

Jan Kornaś

The Molecular Biology of Cell Membranes. P. J. Quinn, Mac Millan Press, London, 1976, stron 229.

Książka ta stanowi podręcznik na poziomie uniwersyteckim, oparty na kursie wykładów biochemii, prowadzonych przez autora w Uniwersytecie Oxford. Korzystanie z niej wymaga podstawowych wiadomości z biologii, chemii i fizyki, ponieważ zagadnienie molekularnej biologii błon komórkowych jest typowym problemem interdyscyplinarnym. Książka ogranicza swoje ambicje do przewodnika orientującego w bieżących osiągnięciach i problemach badania struktury i funkcji błon biologicznych. W książce omówiono trzy zasadnicze zagadnienia, a mianowicie typ częsteczek występujących w błonach biologicznych, ich supramolekularne uporządkowanie oraz mechanizmy, jakimi błony pełnią regulacyjną funkcję w procesach komórkowych.

W rozdziale pierwszym omówiono cechy różnicujące poszczególne typy błon, występujące w komórkach zwierzęcych, w oparciu o ich właściwości chemiczne i biochemiczne. Zwrócono szczególną uwagę na związek istniejący pomiędzy chemicznym składem danej błony a jej właściwościami fizycznymi, oraz na wzajemne oddziaływanie poszczególnych składników w obrębie struktury błonowej. Rozdział drugi poświęcono fizycznej strukturze białek i lipidów błonowych, a zwłaszcza zachowaniu się dyspersji lipidów w fazie wodnej. Scharakteryzowano fizyczne właściwości hydrofobowego regionu dwuwarstwy lipidowej z podkreśleniem użyteczności sond molekularnych i ogólnie technik fizycznych w badaniu tych właściwości.

Rozdział trzeci przedstawia molekularną organizację błon, właściwości dwuwarstwy lipidowej, płynno-mozaikową koncepcję budowy błony, boczną ruchliwość lipidów w błonach, swobodę rotacyjną i selektywną migrację białek błonowych. Omówiono w nim również różnicę w topografii powierzchniowej molekularnych składników błony, zwłaszcza w specyficznych złączach międzykomórkowych. Wy-

odrębniono szczególnie zagadnienia asymetrii strukturalnej w błonach, zarówno odnośnie lipidów, jak i białek. Rozdział zamykają rozważania na temat biosyn-tezy błon biologicznych i wymiany ich składników molekularnych.

Szczególnie cenny jest rozdział czwarty, poświęcony przepuszczalności błon i transportowi jonów oraz metabolitów. Przy ograniczeniu do minimum rozważań fizykochemicznych, przedstawiono teorię stojącą u podstaw dyfuzji rozpuszczonych substancji, wody i gazów przez błonę oraz omówiono działanie kanałów jonowych w błonach, a specjalnie w błonie komórki nerwowej. Przedstawiono różnice pomiędzy dyfuzją ułatwioną a transportem aktywnym w błonach zarówno komórek bakteryjnych jak i eukariotycznych. Rozbudowanie tego rozdziału jest szczególnie cenne wobec braku jego odpowiednika w podobnym podręczniku Harrisona i Lunta: *Biological Membranes*, Blackie and Son, Ltd., Glasgow 1975, w której natomiast poszerzony jest rozdział o cukrowcach błonowych.

Rozdział piąty poświęcono regulacjom procesów komórkowych przez błony. W szczególności omówiono odpowiedź komórki na bodźce powierzchniowe, tj. uwarunkowane obecnością receptorów hormonalnych, antygenów zgodności tkankowej, determinantów grup krwi oraz receptorów immunologicznych, oraz wspomniano o mechanizmach cytotoksycznych i transformacji komórek, indukowanej przez receptory błonowe. Dużo uwagi poświęcono omówieniu roli błon endoplazmatycznego retikulum i kompleksu Golgiego w syntezie białek, zarówno wchodzących w skład błony, jak i produkowanych na użytek zewnątrzkomórkowy. W rozdziale tym przedstawiono również przekształcenia energii i rozdzielenia przestrzenne w mitochondriach, teorii fosforylacji oksydacyjnej oraz transport substratów i jonów wapnia przez błony mitochondrialne.

Książka posiada tylko nieliczne ilustracje ultrastrukturalne i stosunkowo niewiele schematów, ale wybór ich jest bardzo celowy. Zawiera natomiast wiele wykresów dotyczących charakterystyki fizycznej oraz funkcji fizjologicznych błon.

Język książki jest bardzo zwarty i jasny. Każdy rozdział kończy krótkie podsumowanie oraz wykaz najważniejszych pozycji monograficznych i źródłowych, dobrze wyselekcjonowanych. Znaczna ilość informacji sprawia, że poza charakterem podręcznikowym książka spełnia z powodzeniem rolę zwięzłego informatora naukowego, mogącego służyć zwłaszcza specjalistom pracującym w dziedzinie transportu w komórkach i syntezie białka.

Jan Michejda

R. Harrison i G. G. Lunt — *Biological Membranes. Their Structure and Function*, 1975, Blackie Glasgow and London, stron 253.

Książka ta została wydana w serii podręczników uniwersyteckich, obejmującej ważniejsze zagadnienia współczesnej biologii. W przedmowie autorzy zaznaczyli, że motywem napisania książki był brak podręcznika na poziomie dostępnym dla studentów biologii i medycyny w tak ważnej dziedzinie, jaką są błony biologiczne. W ostatnich latach nastąpił wyraźny przełom w stanie wiedzy o błonach i zaakceptowane zostały nowe modele molekularnej struktury błony, w zadawalającym stopniu zgodne z faktami doświadczalnymi, analitycznymi i ultrastrukturalnymi.

Główny akcent położono w książce na przedstawienie molekularnej podstawy współczesnych poglądów na funkcje błon biologicznych. Specjalnie rozbudowano zagadnienie roli komponent cukrowcowych w błonach dla interakcji komórek, których znaczenie i zastosowanie medyczne jest coraz lepiej doceniane. Książka nie jest wyczerpującą monografią, ale stanowi dogodny punkt wyjścia dla ogólnego

zorientowania się w stanie wiedzy o błonach biologicznych i problematyce rozwijającej się aktualnie w tej dziedzinie.

W pierwszych trzech rozdziałach omówiono w zakresie znanym z typowych podręczników struktury błonowe w komórce, ich morfologię i rolę w biologii i biochemii komórki. W rozdziale czwartym przedstawiono metody izolacji poszczególnych błonowych struktur komórkowych i krytyczną ocenę czystości odpowiednich preparatów. Obszerny rozdział piąty poświęcono molekułarnym składnikom budującym błonę, a więc fosfolipidom oraz białkom prostym i złożonym. W rozdziale szóstym omówiono dawne i obecne modele strukturalnej organizacji błony, opierając się głównie na akceptowanym obecnie płynno-mozaikowym modelu Singera-Nicolsona. Rozdział kończy przedstawienie zasadniczych problemów struktury błony, oczekujących nadal na wyjaśnienie.

Szczególnie rozbudowany został rozdział 7, poświęcony cukrowcowym komponentom błony komórkowej, nadającym powierzchni komórki jej wysoką specyficzność. Po przedstawieniu struktury glikolipidów i glikoproteidów błonowych oraz ich biosyntezy, omówiono funkcje rozpoznawcze (identyfikacyjne), a szczególnie immunologiczne. Przedstawiono również pokrótce specyfikę błon nowotworowych. W rozdziale 8 omówiono główne procesy biologiczne przebiegające w błonach, a mianowicie fosforylację oksydacyjną w mitochondriach (głównie w oparciu o hipotezę chemiosmotyczną), fosforylację fotosyntetyczną, percepcję światła przez błony dysków siatkówki a także specyficzne funkcje purpurowych błon *Hallobacterium hallobium*, receptorów w błonach synaptycznych oraz receptorów hormonalnych w błonach komórkowych. Osobny rozdział (9) poświęcono zagadnieniu transportu jonów i metabolitów przez błony, głównie przez błony komórkowe, ze szczególnym omówieniem pompy sodowej. Krótki rozdział 10 poświęcono strukturze i funkcji kilku antybiotyków jonoforowych.

Szczególną pozycję zajmuje rozdział 11 obejmujący podstawy zastosowania metod fizycznych przy badaniu błon zarówno sztucznych, jak i biologicznych oraz praktyczne zastosowania tych metod. Omówiono jądrowy i elektronowy rezonans magnetyczny z podaniem podstawowych stosowanych znaczników, również optyczną dyspersję rotacyjną i dichroizm kołowy, fluorescencję, analizę rentgenowską oraz techniki termiczne.

Każdy rozdział kończy bardzo przejrzyste podsumowanie faktów oraz podkreślenie najważniejszych tez i zagadnień, co szczególnie podnosi wartość książki. Na końcu książki zebrano wg kolejności rozdziałów literaturę monograficzną i źródłową, polecaną jako materiały szczegółowe lub uzupełniające. Oczywiście wobec niezwykle szybkiego postępu wiedzy o błonach biologicznych, bibliografia ta doprowadzona do 1974 r. ma już obecnie głównie wartość dokumentacji rozwoju koncepcji. Od tego czasu pojawiła się ogromna ilość nowszych monografii, jak np. *The Enzymes of Biological Membranes* wyd. Anthony Martonosi t. 1—4 John Wiley and Sons 1976—77.

Nadal jednak recenzowana książka jest podstawowym, zwartym kursem struktury i funkcji błon, który dzięki jasnemu wykładowi, bogatej stronie ilustracyjnej oraz sygnalizowaniu oczekujących na rozwiązanie zagadnień stanowi bardzo użyteczną pozycję zarówno dydaktyczną, jak i naukową. Dobrze się więc składa, że polskie tłumaczenie tej książki przygotowane przez PWN ukaże się już z początkiem 1980 r.

Jan Michejda

Peter W. Hochachka i George N. Somero — Strategie adaptacji biochemicznych. Tłumaczenie z ang. — W. Makarewicz, L. Żelewski i M. Żydowo, Warszawa 1978, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, stron 455, indeks rzeczowy, cena 75 zł.

Recenzowana książka jest owocem długoletnich zainteresowań dwóch znanych badaczy w dziedzinie fizjologii i biochemii porównawczej, P. W. Hochachki z Uniwersytetu British Columbia (Vancouver, Kanada) i G. N. Somero ze Scripps Institution of Oceanography (La Jolla, USA). Nagromadzone w ciągu ostatniego ćwierćwiecza dane z biochemii porównawczej, m.in. o składzie tkanek, podstawowych szlakach biochemicznych, różnicach w budowie hemoglobin i enzymów oraz w kinetyce ich działania, umożliwiły autorom dokonanie próby wyjaśnienia mechanizmów adaptacji środowiskowej na poziomie biochemicznym. Pojęcie „adaptacja środowiskowa” obejmuje w rozważaniach autorów zarówno adaptacje ewolucyjne, wytworzone w okresie życia pokoleń, jak i aklimatyzacje, zachodzące w czasie życia danego osobnika, a także adaptacje natychmiastowe, stanowiące bardzo szybką odpowiedź na działający czynnik. Ze względu na charakter tych adaptacji autorzy wyróżnili adaptacje kompensacyjne, przeciwstawiające się wpływom środowiska, i eksploatacyjne — pozwalające na penetrację nowych środowisk.

Podstawą adaptacji jest zależna od działania enzymów regulacja metaboliczna — stosunkowo powolna na poziomie transkrypcji i translacji oraz wytwarzania struktur białkowych wyższych rzędów — i bardzo szybka, zachodząca pod wpływem modulatorów aktywności enzymatycznej. Omawiając różne szlaki metaboliczne autorzy położyli nacisk na różnice we właściwościach kinetycznych enzymów z różnych organizmów, które pozwalają na zachowanie homeostazy funkcji metabolicznych organizmu w różnych warunkach dostępności tlenu i wody, zasolenia, ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury. W książce możemy znaleźć wyjaśnienie wielu zjawisk, które obserwujemy w przyrodzie, często nie zastanawiając się jak są one skomplikowane i nie podejrzewając nawet jak odrębnie ukształtowany jest przez oddziaływanie środowiska metabolizm zwierząt różnych gatunków. Autorzy przedstawili m.in. na czym polega adaptacja do czasowego braku tlenu u kręgowców, np. podczas nurkowania, które w przypadku płucodysznych przecież żółwi może trwać nawet kilka dni, a także adaptacja do długotrwałej pracy mięśni podczas odbywających się bez pobierania pokarmu i wody przelotów ptaków wędrownych. Opisali także odrębności metabolizmu zwierząt mogących żyć w warunkach beztlenowych, jak robaki pasożytnicze, małe strefy międzyfiliwowej czy bezkręgowce bentosu.

W rozważaniach nad kontrolą stężenia wody i substancji w niej rozpuszczonej w komórce żywej autorzy zwrócili uwagę na rolę parametru powinowactwa enzym-substrat w utrzymaniu odpowiednich stężeń substancji rozpuszczonych, podając szereg przykładów zmiany kinetycznych właściwości enzymów, gł. N^+ , K^+ -APTazy, przy adaptacji różnych organizmów do zasolenia środowiska.

Dość szeroko omówiono ewolucję sposobów usuwania końcowych produktów metabolizmu azotowego: amoniaku, mocznika i kwasu moczowego, w której dużą rolę odegrała dostępność wody oraz dodatkowe funkcje szlaków metabolicznych prowadzących do tych związków, np. cyklu mocznikowego w przystosowaniu się niektórych płazów i ryb dwudysznych do zasolenia oraz w tworzeniu muszli u mięczaków.

Aż 120 stron autorzy poświęcili na omówienie wpływu temperatury na metabolizm. Zwrócili uwagę, że wpływ ten może przejawiać się nie tylko w zmianie szybkości reakcji chemicznych, lecz także w zmianie różnych struktur komórkowych zależnych od tworzenia się „słabych” wiązań. W miejsce terminów „zwie-

rzęta homeotermiczne i poikilotermiczne" autorzy wprowadzili nowe określenia: „zwierzęta endotermiczne" — zdolne do regulacji ciała głównie dzięki wytwarzaniu energii we własnych procesach metabolicznych (obok ssaków i ptaków znalazły się w tej grupie tuńczyki, rekiny, émy i pszczoły), oraz „zwierzęta ektotermiczne" — otrzymujące energię ciepłą ze środowiska, co niekoniecznie oznacza, że są one zmienocielne. Autorzy przedstawili różne mechanizmy, dzięki którym organizmy endotermiczne utrzymują stałą temperaturę ciała, a co za tym idzie — stałą szybkość metabolizmu, a także przedyskutowali mechanizmy pozwalające na kompensację szybkości metabolizmu u zwierząt ektotermicznych w warunkach zmieniającej się temperatury. Na koniec przedstawiono strategie adaptacyjne chroniące przed zamarzaniem.

Bardzo interesujące są rozważania autorów nad mało znanym wpływem ciśnienia atmosferycznego na metabolizm. Ten czynnik środowiskowy odgrywa ogromną rolę w środowisku wodnym, w którym organizmy są narażone zarówno na działanie wysokiego ciśnienia absolutnego, jak i na wahania ciśnienia rzędu kilkudziesięciu atmosfer w cyklu dziennym czy życiowym. Wpływ ciśnienia, podobnie jak temperatury, może być dwojaki — na szybkość i kierunek reakcji i na „słabe" wiązania chemiczne.

Ten krótki przegląd nie wyczerpuje wszystkich problemów poruszanych przez autorów, część zagadnień mniej poznanych została tylko zasygnalizowana lub omówiona mniej szczegółowo. Książka, ładnie przetłumaczona (aczkolwiek nie uniknięto anglicyzmów w rodzaju „wydaje się być"), nie jest łatwa do czytania bez sporego przygotowania biochemicznego. Stosowanie literowych skrótów nazw enzymów utrudnia śledzenie wywodów autorów i zmusza do zaglądania do wykazu skrótów zamieszczonego na końcu książki. Ułatwiają natomiast zrozumienie tekstu liczne wykresy i schematy (uwaga! opis w tekście niezgodny z ryciną 4-1, str. 133). Po każdym rozdziale podano uzupełniające piśmiennictwo z ostatnich lat przed pierwszym wydaniem amerykańskim w 1973 r.

Ta wartościowa i interesująca książka powinna znaleźć szerokie grono czytelników wśród biologów, fizjologów, biochemików i ekologów.

Maria M. Jeżewska

CZY W OKRESIE KARBONU ZACHODZIŁA BIOLOGICZNA AKUMULACJA WANADU I NIKLU? *

Autorzy przebadali pochodzące z karbonu skamieniałości skrzypów, widłaków, paproci oraz paproci nasiennych metodą absorpcji atomowej na zawartość wanadu i niklu. Zanalizowano 46 reprezentatywnych próbek wydobytych z dolnych pokładów w Sulzbach (Westfalia, RFN). Najwyższą średnią zawartość wanadu stwierdzono u skrzypów, które zawierały powyżej 1000 mg V/kg suchej masy (s.m.). Chociaż średnia dla paproci nasiennych była znacznie niższa, to dla dwóch gatunków przekroczyła 2000 mg V/kg s.m. W najbliższym otoczeniu wymienionej skamieliny, tj. w złożu węglowym zawartość wanadu wynosiła 31 mg V/kg s.m., a w otaczających skałach głównie łupkach 71 mg V/kg s.m., co wskazywałoby na biologiczne wzbogacanie. Zawartość niklu w analizowanych skamielinach była mniej zróżnicowana i wahała się od 30 do 100 mg Ni/kg s.m. Ponieważ w najbliższym otoczeniu skamielin zawartość Ni była tego samego rzędu, to nie należy brać pod uwagę biologicznej akumulacji.

Autorzy przebadali także współcześnie występujące skrzypy, widłaki i paprocie; zawierają one niską zawartość wanadu 0,5—1,0 mg V/kg s.m. i niklu 3—18 mg Ni/kg s.m. Sucha masa skamieniałości roślinnej odpowiada 10% oryginalnej s.m. roślinnej. W ten sposób przeliczona zawartość Ni w roślinach kopalnych odpowiada zawartości tego pierwiastka u roślin współcześnie żyjących.

Wysoka zawartość wanadu w roślinach kopalnych w porównaniu do gatunków pokrewnych obecnie występujących oraz blisko stukrotna różnica stężeń pomiędzy złożem a skamieliną każe rozpatrzyć dwa zagadnienia biologicznej akumulacji: 1 — czy biologiczne wzbogacanie w wanad jest charakterystyczne dla całej grupy roślin kopalnych pochodzących z karbonu; oraz 2 — czy fakt, iż próbki pochodzące z jednego miejsca w złożu charakteryzują się podobnymi wartościami nie jest raczej wynikiem wtórnej adsorpcji niż biologicznego wzbogacania? Na te istotne pytania autorzy nie są w stanie odpowiedzieć ze względu na brak danych eksperymentalnych.

Stosunkowo duża zawartość wanadu jest szczególnie interesująca z punktu widzenia fizjologii roślin. Teoretycznie możliwa jest zamiana magnezu w chlorofilu na grupę wanadową (VO). Potwierdzają to badania ropy naftowej i łupków bitumicznych, w których występują układy porfiryneowe zawierające wanad. Autorzy nie wykryli takich połączeń w próbkach węgla. Nie można jednak wykluczyć iż proces powstawania węgla — w odróżnieniu od ropy naftowej — niszczy struktury typu porfiryne uniemożliwiając ich wykrycie. Interesujący jest również fakt, że najwyższe zawartości wanadu znajdowały się w roślinach, które wymarły najwcześniej w historii ziemi, np. kalamity — w permie.

Dla piszącego tę notatkę godne podkreślenia wydają się dwa aspekty omawianej pracy. 1 — Czy rzeczywiście wanad odegrał w metabolizmie tych roślin tak ważną rolę, tzn. czy grupa wanadowa zastąpiła Mg w chlorofilu? Odpowiedź na to pytanie można by otrzymać przez badania porównawcze z osadami młodszymi geologicznie, np. z permu. Cenne byłoby w tym kontekście określenie także

* H. U. Meisch, W. Reinle i B. A. Richter: Zur Frage Biogener Anreicherungen von Vanadium und Nickel in Pflazen des Karbonzeitalters. Z. Naturforsch., 33 c, 616—622, 1978.

stosunku wanadu do Mg, pomimo że całkowita ilość Mg w całej roślinie jest znacznie większa od ilości Mg występującego w chlorofilu. 2 — Czy popioły z polskiego węgla lub też odpady górnicze mogłyby być źródłem przemysłowego pozyskiwania wanadu? Produkcja tego metalu wzrosła od 1960 r. ponad trzykrotnie w skali światowej. Natomiast literatura podaje kontrowersyjne dane na temat opłacalności odzysku tego metalu z popiołów węglowych. Odpowiedź na postawione pytanie może dać analiza różnych gatunków węgla oraz odpadów górniczych.

Wojciech Lassociński

RODZINA SZAKALA *CANIS MESOMELAS*¹

Mały szakal *Canis mesomelas* o czarnej grzywie (blackbacked jackal) jest wszystkożerny, ale głównie poluje na małe zwierzęta. Należy do niezbyt licznych gatunków żyjących w trwałych parach. Para małżeńska iska się wzajemnie, razem poluje, wspólnie markuje i broni swego terytorium. Terytorium to nie jest jednolite, lecz ma postać mozaiki i ma region ciasniejszy z legowiskiem znajdującym się w ciernistym gąszczu. P. D. Moehlman obserwowała szereg par z miotami, bytujących w terenach pokrytych zaroślami w okolicy jeziora Ndutu na równinie Serengeti w Tanzanii. Terytorium okupowane jest przez parę przez przeciąg szeregu lat. Trzy pary obserwowano na tym samym terytorium przez przeciąg 4 sezonów.

Małżeńska para dzieli się zdobyczą. W okresie laktacji samiec zwraca przed samicą pokarm z żołądka. Obie pici troszczą się o szczenięta miotu, karmią je i bronią. Młode zaczynają wychodzić z legowiska 3 tygodnie po urodzeniu. Od ssania są odstawiane w wieku 8—9 tygodni. Od około 14 tygodnia młode zaczynają pomagać rodzicom w zdobywaniu pokarmu. W tych wczesnych okresach znaczna część młodych ginie. Rodzice nieraz muszą pozostawiać młode bez opieki. Nieraz ginie całość miotu. Po dojrzeniu, młode rozpoczynają własne życie, opuszczając terytorium rodzinne. Część młodych niekiedy pozostaje w rodzinie na następny sezon. Takie młode dojrzałe osobniki stają się „pomocnikami” (helpers) dla rodziców¹. Przypomina to w pewnej mierze rodziny dzieciolów północnoamerykańskich (*Melanerpes formicivorus*), jak też pawianów skalnych (*Papio hamadryas*).

Nie wszystkie rodziny mają pomocników. Pierwszy miot nowej pary zostaje z reguły wychowany bez pomocnika. Szczenięta tego miotu są najbardziej narażone na niebezpieczeństwa. Z zestawień autorki wynika, że obecność pomocnika zwiększa w rodzinie liczbę szczeniąt uzyskujących dojrzały wiek o 1,5 sztuk. Pomocnik bierze udział w polowaniach rodziców, ale często pozostaje w legowisku troszcząc się o własne młodsze rodzeństwo. Bawi się z nimi, uczy je polowania i broni. Skutecznie odpędza szakala plamistego, dla którego szczenięta są pożądaną zdobyczą. Pomocnik, tak jak rodzice, przynosi zdobycz szczeniętom, karmi je, a w okresie laktacji zwraca pokarm z żołądka przed samicą.

Zatrzymywanie się pomocnika w rodzinie nie zdaje się, według autorki, zależeć od obfitości pokarmu, bardzo zmiennej z sezonu na sezon w okolicach, w których przeprowadzano obserwacje. Na 15 przypadków obserwowanych miotów 11 miało co najmniej jednego dorosłego pomocnika.

Bożydar Szabuniewicz

¹ Patricia D. Moehlman: Jackal helpers and pup survival. *Nature* 1979, 277, 382—383.

MUTANTY *RHIZOBIUM JAPONICUM* Z PODWYŻSZONĄ ZDOLNOŚCIĄ WIĄZANIA AZOTU ATMOSFERYCZNEGO W SOI*

Kulturę *Rhizobium japonicum* 61A76 poddano działaniu mutagenu N-metylo-N'-nitro-N-nitrozoguanidyny z następnymi pasażami na pożywce mineralnej. Uzyskane klony badano na wirulentność w odniesieniu do soi (*Glycine max* (L.) Merr. odm. Hodgson; siewki 14-dniowe) oraz wiązanie N_2 , przy czym za wskaźnik efektywności asymilacji N_2 przyjęto redukcję acetylenu.

Dwie mutacje — SM31 i SM35, wytwarzały wcześniej brodawki na korzeniach soi, przy czym rośliny charakteryzowały się podwyższoną zdolnością do redukcji acetylenu. Rośliny kontrolne po 7 dniach od zakażenia szczepem dzikim nie miały jeszcze brodawek, a po 8 dniach żadna z wytworzonych brodawek nie wiązała N_2 . Natomiast po 8 dniach od zakażenia szczepami zmutowanymi prawie wszystkie rośliny posiadały brodawki; znaczna ich część wiązała już N_2 (tab. 1). Po zakażeniu szczepem SM35 rośliny rosły intensywniej, wytwarzały więcej suchej masy, charakteryzowały się wyższą (ok. 25%) zawartością azotu w przeliczeniu na jednostkę suchej masy (Tabela).

Tabela 1

Wpływ mutantów *R. japonicum* na wiązanie N_2 i wzrost soi odm. Hodgson (wg Maiera i Brilla, 1978; w modyfikacji). Rośliny hodowano w kulturach wodnych bez mineralnego N (o ile nie podano inaczej)¹ 20 roślin=100%.* oraz ** różnice w odniesieniu do kontroli istotne odpowiednio przy $p=0,01$ i $0,05$

Mierzona cecha	Wiek roślin (dni)	Szczep		
		dziki	SM31	SM35
Liczba roślin wiążących	7	0/0	0/9	0/5
N_2 /liczba roślin z brodawkami ¹⁾	8	0/13	6/18	4/20
Redukcja C_2H_2 przez roślinę (nmole/h)	14			
bez N w pożywce		309	530*	623*
10 mM KNO_3		44	96*	90*
1 mM octanu amonu		66	125*	123*
Liczba brodawek na roślinie	14			
bez N w pożywce		9,2	12,0	15,6*
1 mM octanu amonu		7,2	9,0	11,7*
Wzrost zawartości N/roślinę (mg)	21	4,0	4,8	6,3*
Sucha masa roślin (g)	38	1,88	3,26*	2,69**
μg N/mg suchej masy	38	22,3	27,5*	28,6*

Odpowiednie eksperymenty wykazały, iż mutacje — w porównaniu do szczepu dzikiego, nie wykazują ani zwiększonej asymbiotycznej asymilacji N_2 ani nie charakteryzują się lepszym wykorzystaniem strumienia elektronów z nitrogeazy na wiązanie N_2 kosztem zaniżenia procentowego udziału „pasożytniczej” reakcji wyzwiania H_2 . Korzystny wpływ tych szczepów bakterii na wzrost soi należy więc przypisać głównie zdolności do wcześniejszego i obfitszego wytwarzania brodawek oraz podwyższonej efektywności symbiozy „roślina—bakteria”. Właściwość ta jest zachowana również w przypadku obecności azotu mineralnego

* R. J. Maier and W. J. Brill: Mutant strains of *Rhizobium japonicum* with increased ability to fix nitrogen for soybean. Science (Wash.) 201: 448—450, 1978.

w pożywce. 10 mM KNO_3 obniża o 82—86% redukcję acetylenu przez siewki soi niezależnie od szczepu, jakim zostały zakażone; mimo to, redukcja C_2H_2 jest dwukrotnie wyższa w przypadku mutantów (tab. 1). Jest to cecha bardzo pożądana w rolnictwie, ponieważ obecnie nie uprawia się roślin bez wstępnego nawożenia gleby.

Nadmienić należy, iż mutacje SM31 i SM35 były stabilne. Oba szczepy zachowały wirulentność i pełną efektywność podwyższonego symbiotycznego wiązania N_2 przez 30 miesięcy przy comiesięcznym pasażu.

Opisane badania wykazują, iż można podwyższyć efektywność biologicznego wiązania N_2 przez rośliny motylkowe drogą doboru odpowiednich mutantów *Rhizobium*. Należy sprawdzić, czy analogiczne wyniki uzyska się w warunkach polowych oraz czy zwiększona asymilacja N_2 związana będzie z podwyższonymi plonami nasion. W doświadczeniach polowych należy liczyć się z konkurencją ze strony rodzimych szczepów *Rhizobium*, bardziej przystosowanych do środowiska, tj. do konkretnych rodzajów gleb i upraw.

J. S. Knypl

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

JUBILEUSZ 25-LECIA INSTYTUTU BIOCHEMII I BIOFIZYKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Z okazji Jubileuszu 25-lecia Instytutu Biochemii i Biofizyki PAN w dniu 31 maja 1979 r. odbyła się uroczysta, otwarta Sesja Rady Naukowej Instytutu poświęcona jego dotychczasowej działalności. W Sesji, poza członkami Rady i pracownikami Instytutu, wzięli udział Prezes PAN prof. Witold Nowacki, wiceprezes PAN prof. Szczepan Pieniążek, Sekretarz Naukowy PAN prof. Jan Kaczmarek, Sekretarz II Wydziału — Nauk Biologicznych PAN prof. Adam Urbanek, Sekretarz VI Wydziału — Nauk Medycznych PAN prof. Jan Karol Kostrzewski, przewodniczący Komitetów Naukowych PAN: Biochemii i Biofizyki — prof. Włodzimierz Ostrowski, Mikrobiologii — prof. Władysław Dobrzański oraz Cytologii — prof. Leszek Kuźnicki, oraz liczni zaproszeni goście — dyrektorzy i profesorowie współpracujących z Instytutem placówek naukowych.

Sesji przewodniczył czł. rzecz. PAN prof. Józef Heller, założyciel Instytutu, jego wieloletni dyrektor a obecnie Przewodniczący Rady Naukowej Instytutu. W pierwszej jej części dyrektor Instytutu czł. koresp. PAN prof. Kazimierz Lech Wierzchowski wygłosił referat, w którym przedstawił rozwój organizacyjny i naukowy Instytutu oraz jego ogólnokrajową rolę jako centralnej placówki biologii molekularnej (tekst referatu umieszczony jest w tym samym zeszycie Kosmosu). Prof. J. Heller podzielił się następnie z uczestnikami Sesji swoimi wspomnieniami z okresu poprzedzającego powołanie Instytutu w 1954 r. Przedstawił w nich kształtowanie się w pierwszych latach powojennych opinii uczonych o biochemii jako samodzielnej dyscyplinie wyłaniającej się z chemii fizjologicznej oraz sytuację w tej dziedzinie w Polsce. Okolicznościowe gratulacje i słowa uznania wysoko oceniające działalność naukową i organizacyjną Instytutu w imieniu władz Polskiej Akademii Nauk złożyli kolejno prof. Witold Nowacki, prof. Adam Urbanek, prof. Włodzimierz Ostrowski oraz prof. Władysław Dobrzański. W dalszej części Sesji prof. Witold Nowacki wręczył zasłużonym profesorom Instytutu Medal 25-lecia Polskiej Akademii Nauk a prof. Adam Urbanek listy gratulacyjne Wydziału Nauk Biologicznych PAN, któremu Instytut bezpośrednio podlega. Listy gratulacyjne od Dyrekcji Instytutu otrzymała również duża grupa wieloletnich pracowników Instytutu: służb pomocniczych, technicznych, adiunktów i docentów. Wszyscy uczestnicy Sesji otrzymali medal pamiątkowy Instytutu, wybity z okazji Jubileuszu, projektu artysty rzeźbiarza Macieja Szańkowskiego.

W naukowej części Sesji przedstawione zostały osiągnięcia trzech wybranych kierunków badawczych, reprezentatywnych dla profilu naukowego Instytutu: biosyntezy kwasów nukleinowych, biosyntezy białka i regulacji funkcji genów. Otworzył ją prof. D. Shugar, przedstawiając „Postęp w poszukiwaniu środków przeciwwirusowych”. Ten kierunek badań budzi obecnie ogromne zainteresowanie i rosnące nadzieje zarówno świata naukowego, medycznego, jak i szerokiej publiczności oczekującej od nauki opracowania sposobów zwalczania chorób wirusowych i takich, w których etiologia wirusowa wydaje się wysoce prawdopodobna, w tym chorób nowotworowych zwierząt, roślin i człowieka. Prof. Shugar wskazał na dużą różnorodność morfologiczną znanych wirusów DNA i RNA i generalnie podobne zasady metabolizmu wirusów, omówił ogólnie cykl życia wirusa zwierzęcego i te jego etapy, które mogłyby stanowić cel działania środków przeciw-

wirusowych: przyłgnięcie do komórki, wniknięcie, usunięcie ochronnego płaszcza, replikacja kwasów nukleinowych, synteza białka, morfogeneza dojrzałej cząsteczki wirusa. Jednocześnie proces weryfikacji potencjalnych środków przeciwwirusowych w medycynie jest długi i często kosztowny. Obejmuje on wybór środka, badanie jego działania w układach bezkomórkowych, modelowe hodowle tkankowe, doświadczenia na zwierzętach i w końcu próby kliniczne. W badaniach tych uwzględnia się zdolność przenikania substancji do komórek, ich lokalizację wewnątrzkomórkową, metabolizm i toksyczność.

Główną używaną obecnie metodą poszukiwania środków przeciwwirusowych jest wybór szlaku metabolicznego i konkretnego enzymu tego szlaku, z którym wybrany środek mógłby oddziaływać. Są to takie enzymy, jak neuramidaza, kinazy białkowe, polimerazy DNA i RNA, fosforylasy nukleotydów, kinaza tymidylowa.

Prof. Shugar omówił następnie te związki chemiczne, które bądź są już obecnie stosowane w leczeniu klinicznym, bądź budzą największe nadzieje na przyszłość. I tak np. stosowane w okulistyce 5-jodo i 5-trójlfluorometylodeoksyurydyna wykazują ujemne efekty uboczne, takie jak zdolność do aktywacji genów onkogennych i cytotoksyczność. Z pewnym powodzeniem stosowano w klinikach ara A przeciw wirusowemu zapaleniu mózgu niemowląt.

Spśród wielu nowo otrzymanych związków przeciwwirusowych należy wyróżnić klasę działających selektywnie 5 podstawionych deoksyurydyn będących substratami 9 lub inhibitorami enzymów indukowanych przez wirusa opryszczki. Najciekawsze właściwości przeciwwirusowe w hodowlach tkankowych wykazywały 5-alkilodeoksyurydyny oraz ostatnio otrzymane Et-5-(2-bromowinylo)- i Et-5-(2-jodowinylo)-2'-deoksyurydyna. Związki te w stężeniach terapeutycznych są praktycznie nietoksyczne dla gospodarza.

Nieco mniej selektywnie działa kwas fosfonooctowy (PAA) hamujący replikację wirusa opryszczki w hodowlach tkankowych, przy czym działanie jego jest związane z inhibicją indukowanej przez wirusa polimerazy DNA. Szeroko reklamowana ostatnio rybawiryna jest bardzo mało specyficzna, wykazuje aktywność w stosunku do wirusowego zapalenia wątroby typu A, wirusa grypy, typu A i B i skórných infekcji wirusem opryszczki. Lek ten niestety wykazuje wiele efektów ubocznych takich jak teratogenność i immunodepresyjność.

Z dużym zainteresowaniem spotkał się, powiedziany ze swadą i urozmaicony osobistymi wspomnieniami autora, drugi z kolei referat, doc. W. Zagórskiego o „Biosyntezie białek w bezkomórkowych układach”. Na tle rozwoju tej tematyki na świecie mówca pokazał drogi wzrostu zespołu badającego biosyntezę białka w Instytucie Biochemii i Biofizyki. Badania te, kierowane przez prof. P. Szafranskię, rozpoczęły się w końcu lat pięćdziesiątych, a dotyczyły wówczas kluczowego problemu funkcji cząsteczki tRNA. Z danych o roli i funkcji RNA w oddziaływaniu z rybosomami zrodziła się koncepcja badania przebiegu translacji naturalnych mRNA w układach bezkomórkowych. Okazało się, że jednym z czynników decydujących o przebiegu tego procesu jest swoistość rybosomów. Rybosomy bakteryjne, choć syntetyzują polipeptydy w obecności mRNA eukariotycznego, to jednak nie są to białka, których należałoby oczekiwać na podstawie znajomości stosowanego mRNA. Eukariotyczne i prokariotyczne układy biosyntezy białka w różny sposób inicjują syntezę polipeptydu. W układzie bakteryjnym istotnym elementem rozpoznawanym przez rybosomy rozpoczynające translację jest przestrzenna struktura mRNA. Rybosomy pochodzące z organizmów wyższych rozpoznają „podwójny” sygnał inicjacyjny: umieszczoną na końcu 5' mRNA resztę me⁷G oraz znajdujący się w pobliżu kodon AUG. Wniknięcie w mechanizm syntezy białek eukariotycznych doprowadziło do przyswojenia w Zakładzie Biosyntezy Białka IBB nowych modeli badawczych opartych na zastosowaniu kwasów nukleinowych pochodzących z wi-

rusów RNA organizmów wyższych. Te nowe modele badań rodzą też nowe problemy sięgające poza sam mechanizm translacji, bowiem pozwalają poznać istotne fazy cyklu życiowego wirusów RNA w komórkach eukariotycznych.

W trzecim wystąpieniu doc. A. Paszewski („Genetyczna regulacja ekspresji genów”) nawiązał do wczesnych modeli regulacji ekspresji genu wywodzących się z klasycznego już dziś modelu Jacoba-Monoda. Model operonu, choć bardzo ideowo atrakcyjny, nie został nigdy potwierdzony w badaniach organizmów wyższych. Zresztą i w świecie prokariotów pokazano istnienie systemów regulacji pozytywnej, a więc takiej, w której do ekspresji genu wymagana jest obecność określonych cząsteczek regulatorowych. W dalszej części swego wystąpienia doc. Paszewski skoncentrował się na omówieniu systemów regulacji badanych w IBB PAN, dotyczących regulacji biosyntezy aminokwasów zawierających siarkę, w grzybach: *Aspergillus*, *Neurospora*, *Saccharomyces* i *Saccharomycopsis* w porównaniu z odpowiednim systemem regulacyjnym badanym w bakteriach, *Salmonella*. Z badań tych wynika, że jeśli nawet zasadniczy komplet enzymów uczestniczących w szlaku metabolicznym jest taki sam w różnych taksonomicznie organizmach i potencjalne możliwości przemian metabolicznych są w związku z tym takie same, to jednak systemy regulacyjne tych układów są na tyle różne, że i reakcje metaboliczne przebiegają inaczej. Inne są obserwowane efekty tych samych bloków regulacyjnych i różne związki grają rolę niskocząsteczkowych efektorów regulacji.

Magdalena Fikus

DZIAŁALNOŚĆ INSTYTUTU BIOLOGII STOSOWANEJ AKADEMII ROLNICZEJ W POZNANIU

Instytut powstał na podstawie Zarządzenia Ministra Szkolnictwa Wyższego z dnia 15.V.1963 r. i rozpoczął swoją działalność od 24.VI.1963 r. Został powołany z inicjatywy ówczesnego wiceministra prof. dra Włodzimierza Michajłowa, jako jednostka eksperymentalna, organizacyjnie samodzielna, posiadająca własny budżet i podlegająca bezpośrednio Rektorowi.

Głównym celem działalności Instytutu miało być „przyspieszenie rozwoju kadr pracowników nauki, specjalistów w zakresie biologii stosowanej oraz koordynacja prac naukowo-badawczych szkoły w tym zakresie”.

Organami Instytutu są: Dyrektor i Rada Naukowa, która powoływana była przez Rektora spośród specjalistów nie tylko macierzystej Uczelni, ale również innych uczelni i instytutów. W skład członków Rady ostatniej kadencji, obok profesorów i docentów Akademii Rolniczej, wchodził również samodzielni pracownicy Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Politechniki Poznańskiej, Instytutu Ochrony Roślin, Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku oraz Zakładu Genetyki Roślin PAN. Koordynacją spraw administracyjnych zajmował się sekretariat Instytutu, do którego włączono również Studium Doktoranckie.

Dość elastycznie ujęte wyżej cytowane Zarządzenie Ministra pozwoliło na wyzwolenie wielu inicjatyw, kształtujących model nowej, eksperymentalnej jednostki. Instytut pracował początkowo w oparciu o kilka wybranych Katedr, które nie naruszając podstawowej organizacji Uczelni, włączyły się do realizacji badań naukowych z zakresu biologii, w zastosowaniu do potrzeb rolnictwa sensu lato. Kierownicy tych Katedr byli równocześnie członkami Instytutu, a tematy badawcze, zatwierdzone przez Radę, wykonywali przy pomocy pracowników naukowych lub technicznych, będących na etacie Instytutu i w oparciu o własny budżet Instytutu.

Zarządzeniem z dnia 19.XI.1966 r. Instytut otrzymał prawa do nadawania stopni naukowych doktora i docenta (później doktora hab.). Trzy pierwsze habilitacje odbyły się w czerwcu 1967 r. Pierwsza obrona doktorska we wrześniu 1967 r.

Dalszą ważną datą w historii działalności Instytutu było powołanie rozporządzeniem z dnia 28.VI.1969 r. trzyletniego stacjonarnego Studium Doktoranckiego z limitem 10 słuchaczy. Niezależnie od kształcenia kadr przez Studium, Instytut prowadził nadal przewody doktorskie systemem tradycyjnym, jak również realizował przewody habilitacyjne. Po trzech latach działalności, studia stacjonarne zostały w 1975 r. zamienione na studia doktoranckie dla pracujących z limitem 15 słuchaczy i czteroletnim okresem trwania.

Instytuty Biologii Stosowanej powołane zostały jeszcze w dalszych trzech wyższych uczelniach rolniczych, w Krakowie, Wrocławiu i Olsztynie. Każdy z tych Instytutów, chociaż opierał swoją działalność na tych samych aktach prawnych, wytworzył własny model, dostosowany do potrzeb miejscowych. Między innymi Instytuty organizowały lub inicjowały konferencje naukowe. W Poznaniu odbyły się trzy takie konferencje: Sympozjum Genetyczne (w listopadzie 1963) i Sympozjum pt. „Białko zwierzęce — produkcja i wykorzystanie przez zwierzęta” (luty 1964). Oba sympozja odbyły się pod auspicjami PAN. W październiku 1972 r. miało miejsce sympozjum pt. „Ochrona środowiska przyrodniczego w Wielkopolsce” zorganizowane wspólnie z Poznańskim Towarzystwem Przyjaciół Nauk.

Na odcinku kształcenia kadr wysoko kwalifikowanych specjalistów Instytut ma na pewno duże i niezaprzeczalne osiągnięcia. Na przestrzeni 15 lat swojej działalności łącznie przeprowadził 72 przewody doktorskie, w tym 22 w ramach Studium Doktoranckiego, oraz 49 przewodów habilitacyjnych. Wobec konieczności likwidacji Instytutu, 17 otwartych przewodów doktorskich należało przenieść na Rady Wydziałów naszej Uczelni lub innych uczelni; na to samo czeka również 14 nie otwartych z przyczyn zasadniczych przewodów na Studium Doktoranckim dla Pracujących. Instytut przeprowadził również z pozytywnym wynikiem dwa wnioski o nadanie tytułu naukowego profesora nadzwyczajnego.

W pierwszej fazie swojej działalności, tzn. do czasu wprowadzenia nowej struktury organizacyjnej w wyższych uczelniach w 1970 r., Instytut koordynował następujące problemy badawcze:

1. Fizjologiczne i genetyczne czynniki odporności roślin na choroby i szkodniki (9 tematów).
2. Biosynteza białka roślinnego oraz czynniki genetyczne i ekologiczne jego produkcji (3 tematy).
3. Doskonalenie ras zwierząt gospodarskich (1 temat).
4. Biosynteza substancji czynnych przez drobnoustroje (1 temat).
5. Podstawowe badania w zakresie leśnictwa i drzewnictwa (1 temat).

Jak z powyższego wynika Instytut pracował na trzech płaszczyznach: organizacyjnej, dydaktycznej i naukowej, a w piętnastoletnim okresie jego działalności można wyodrębnić dwie fazy. Spontaniczny rozwój w pierwszym okresie, do czasu reorganizacji struktury Uczelni i powolny regres po reorganizacji. Przez powołanie oddzielnych instytutów i ustalenie tematów badań, praca badawcza Instytutu Biologii Stosowanej stała się nierealna, pozostał jednak nadal pion dydaktyczny, na którym skoncentrowała się cała działalność. Próby koordynacji badań zawiodły; początkowo powierzono co prawda Instytutowi rolę koordynatora badań nad ochroną środowiska, czego rezultatem było wspomniane wyżej sympozjum, jakie odbyło się w 1972 r., wkrótce się jednak okazało, że problem ten mieści się w niektórych tematach realizowanych przez nowo powołane instytuty, odpowiedzialne materialnie i personalnie za wykonanie tematów, w związku z czym

dodatkowa koordynacja badań przez Instytut Biologii Stosowanej stała się niecelowa. Instytut przestał po prostu pasować na tym odcinku do nowego modelu Uczelni.

Bezdyskusyjna jednak wydaje się rola Instytutu w zakresie dydaktyki, gdyż posiadał on szczególny przywilej nadawania stopni doktora i doktora habilitowanego nauk przyrodniczych, który ułatwiał lub wręcz umożliwiał zdobywanie stopni naukowych przez absolwentów innych uczelni, nie rolniczych, pracujących w rolnictwie. Nadanie stopnia doktora nauk rolniczych absolwentowi biologii, chemii czy innych podobnych wydziałów było lub jest wielkim nieporozumieniem, podczas gdy stopień doktora nauk przyrodniczych jest adekwatny zarówno dla absolwentów uczelni rolniczych, jak i innych uczelni o charakterze przyrodniczym. Największym chyba osiągnięciem Instytutu jest umożliwienie rozwoju nauk rolniczych na odcinku badań interdyscyplinarnych, co niewątpliwie znacznie je poszerzyło i wzbogaciło. Taki zresztą był zasadniczy cel powołania Instytutu.

Chciałbym jeszcze podkreślić aspekt może marginesowy, ale ważny z punktu widzenia ekonomicznego. Otóż Instytut Biologii Stosowanej był niewątpliwie najtańszym instytutem w całym resorcie Szkolnictwa Wyższego, gdyż posiadał tylko jeden etat (kierownika sekretariatu) oraz jeden dodatek kierowniczy. Rada Naukowa jak zresztą każda Rada, pracowała bez wynagrodzenia, za to bardzo ofiarnie i z dużym zaangażowaniem.

Na zakończenie pragnę wymienić nazwiska osób pełniących funkcje w Instytucie i jego Radzie. Pierwszym dyrektorem IBS był prof. dr hab. Stefan Barbacki (1963—1970), drugim i ostatnim był prof. dr hab. Bohdan Kiełczewski. Pierwszym Przewodniczącym Rady Naukowej był prof. dr hab. Jan Wojciechowski (1963—1967), drugim prof. dr Władysław Węgorek (1967—1970), ostatnim prof. dr Karol Mańka. Sekretariat Instytutu i Studium Doktoranckiego prowadziła przez cały okres istnienia Instytutu Biologii Stosowanej mgr Zofia Czechowska.

Bohdan Kiełczewski

LITERATURA

- [1] Barbacki S. — *Prace Instytutu Biologii Stosowanej Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu* Kosmos, Seria A. t. XV, nr 3, 1966.
- [2] Kiełczewski B. — *Działalność Instytutu Biologii Stosowanej Akademii Rolniczej w Poznaniu* Kosmos, t. 20, nr 4, 1971.
- [3] *Ochrona Środowiska Przyrodniczego w Wielkopolsce* — Materiały Sympozjum. Wydawnictwo Uczelniane AR w Poznaniu 1973 r.

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU NAUK BIOLOGICZNYCH PAN

W dniu 16 marca 1979 r. odbyła się sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN. Wzięli w niej udział członkowie Wydziału, a w pierwszej — otwartej — części, również kierownicy placówek, przewodniczący komitetów naukowych, prezesi towarzystw specjalistycznych i zaproszeni goście. Przewodniczył prof. dr Adam Urbanek, członek korespondent PAN, Sekretarz Wydziału Nauk Biologicznych.

W pierwszej części sesji, zebrani wysłuchali dwu informacji na temat stanu realizacji dwu problemów koordynowanych przez placówki Wydziału: węzłowego „Molekularne podstawy procesów życiowych u drobnoustrojów i w organizmach wyższych” i międzyresortowego „Komórkowe podstawy funkcjonowania i rozwoju organizmów”. Prof. dr Wacław Gajewski, koordynator problemu węzłowego, przedstawił aktualny stan badań oraz zagadnienia związane z ich realizacją. Podkreślił, że w ostatnim okresie cechą charakterystyczną prac jest przejście — pod względem obiektu badań — z organizmów prokariotycznych na organizmy eukariotyczne, oraz dynamiczny rozwój badań z zakresu inżynierii genetycznej. Osiągnięto wybitne wyniki poznawcze, w szczególności w zakresie dalszego poznawania struktury i funkcji składników kwasów nukleinowych, badań nad rekombinacją DNA i konstruowaniem plazmidów zawierających zamierzoną informację genetyczną, nad kinetyką działania określonych enzymów restrykcyjnych, nad poznaniem mechanizmów regulacji genetycznej i działaniem czynników mutagennych. Otrzymano także cenne wyniki aplikacyjne, szczególnie w zakresie produkcji ulepszonych mutantów roślin uprawnych i drobnoustrojów przemysłowych oraz nowych metod wczesnego wykrywania wrodzonych wad metabolicznych u ludzi. Jakość wykonania niektórych zadań została obniżona wskutek pogłębiających się trudności z zaopatrzeniem w aparaturę badawczą, zwłaszcza importowaną, w części zamienne do niej oraz w odczynniki, w szczególności izotopowe.

Następnie prof. dr Lech Wojtczak, jako koordynator problemu międzyresortowego, zapoznał zebranych ze stanem zaawansowania prac i osiągnięciami uzyskanymi podczas realizacji programu. Są to przede wszystkim osiągnięcia podstawowe, poznawcze, aczkolwiek niektóre z nich mają wyjściowe, perspektywiczne znaczenie dla ochrony zdrowia człowieka — np. wyniki w grupie tematycznej „Efekty cytobiologiczne promieniowania jonizującego i mikrofalowego oraz metody zapobiegania”, mające znaczenie w profilaktyce i leczeniu chorób popromiennych oraz w terapii nowotworów złośliwych. Najwybitniejsze jednak wyniki zostały osiągnięte w zakresie badań nad metabolizmem nerki, nad regulacją syntezy glukozy i mocznika w wątrobie, nad białkami kurczliwymi mięśni, nad zjawiskami ruchu komórek pierwotniaków i w zakresie embriologii doświadczalnej. Również i w tym problemie nasiliły się trudności z zaopatrzeniem w aparaturę, odczynniki i materiały laboratoryjne.

Podczas dyskusji dotyczącej obu informacji, prof. dr L. Kuźnicki zwrócił uwagę, że na lata 1981—1985 należy szczególnie precyzyjnie uzgodnić ze sobą programy naukowe obu problemów, ponieważ w ostatnim okresie zbliżyły się one do siebie pod względem merytorycznym.

Prof. dr W. Gajewski podkreślił konieczność rozwinięcia odpowiedniej bazy laboratoryjnej, bez której nie mogą się rozwijać szczególnie badania w zakresie inżynierii genetycznej.

Prof. dr L. Wojtczak przypomniał, że od 1975 r. następuje ciągle spadek sum przewidzianych w poszczególnych paragrafach, np. dotacje dewizowe na aparaturę z importu są od roku zerowe. Taki stan rzeczy grozi tym, że w najbliższych latach stanie się niemożliwa realizacja problemów zgodna z planami koordynacyjnymi, a polska biologia molekularna będzie coraz bardziej pozostawać w tyle za nauką światową.

Po zakończeniu dyskusji, prof. dr Zbigniew Lorkiewicz wygłosił referat pt. „Genetyka wiązania azotu”, w którym przedstawił wyniki najnowszych badań prowadzonych w Instytucie Mikrobiologii i Biochemii UMCS w Lublinie, nad przenoszeniem genów warunkujących wiązanie azotu atmosferycznego z bakterii *Rhizobium* do innych bakterii nie wiążących azotu, np. *Escherichia coli*. Prof. Lorkiewicz przedstawił również możliwości praktycznych aplikacji tych badań, które doprowadziłyby do wyhodowania roślin uprawnych nie-motylkowych, np. zbóż, asymilujących azot z atmosfery i wskutek tego nie potrzebujących nawozów azotowych. Stanowiłoby to rewolucję w rolnictwie.

W ożywionej dyskusji zebrani poruszyli szereg problemów teoretycznych, metodycznych i praktycznych związanych z powyższą tematyką, np. zastanawiano się nad pytaniem, dlaczego w dotychczasowej historii świata organicznego na Ziemi, tylko bardzo nieliczne organizmy „nauczyły się” wykorzystywać azot atmosferyczny, stanowiący przecież 4/5 całej atmosfery ziemskiej, oraz, czy rzeczywiście dotychczas nie zdarzyło się nigdy samorzutne, przypadkowe przeniesienie plazmidu warunkującego asymilację azotu atmosferycznego do innego organizmu nie posiadającego tej cechy. Odnośnie praktycznych zastosowań tych badań, poruszono zagadnienie ich opłacalności, wobec możliwości stosowania technologii wiązania azotu przy pomocy układów nieorganicznych.

Następnie prof. dr A. Urbanek przekazał zebranim kilka informacji. Od 1 stycznia 1979 r. został powołany, jako samodzielna placówka, Zakład Biologii Rolnej PAN w Poznaniu, stanowiący dotychczas jednostkę w ramach Instytutu Ekologii PAN. Kierownikiem Zakładu jest prof. dr Lech Ryszkowski.

Decyzją Sekretarza Naukowego PAN, nazwa dotychczasowego Zakładu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie została zmieniona na: Zakład Ochrony Przyrody i Zasobów Naturalnych PAN. Kierownikiem Zakładu jest obecnie prof. dr Roman Ney, członek korespondent PAN. Profil naukowy Zakładu uległ zmianom: wprowadzono badania nad krajowymi zasobami nieożywionymi, zdynamizowano i pogłębiono badania przyrodnicze.

Społeczny Komitet Zwalczania Palenia Tytoniu zwrócił się do Polskiej Akademii Nauk z propozycją nawiązania współpracy. Członkowie Wydziału, którzy chcieliby podjąć tę współpracę, proszeni są o zgłoszenie się do Sekretariatu Wydziału.

Druga część zebrania miała charakter zamknięty i została poświęcona omówieniu i zaopiniowaniu kandydatur na nowych członków Wydziału Nauk Biologicznych PAN.

Barbara Ciesielska

PROGRAM „CZŁOWIEK I BIOSFERA” (MaB) UNESCO
W KRAJACH SOCJALISTYCZNYCH
(Druga Konferencja Koordynacyjna, Warszawa, 23—27 IV 1979)

Sprawa koordynacji badań prowadzonych w ramach programu „Człowiek i Biosfera” w krajach socjalistycznych podniesiona została w 1974 r. przez delegację polską podczas obrad Rady Koordynacyjnej programu jako całości w Waszyngtonie.

Pierwsza narada koordynacyjna komitetów narodowych programu UNESCO „Człowiek i Biosfera” (MaB) krajów socjalistycznych odbyła się wiosną 1977 r. w Moskwie i została zorganizowana — z inicjatywy Komitetu polskiego — przez Komitet narodowy Związku Radzieckiego. Podczas narady tej, której wyniki zostały omówione w specjalnym wydawnictwie¹ omówiono wkład krajów socjalistycznych do realizacji programu „Człowiek i biosfera”, podzielono pomiędzy komitety narodowe tych krajów zadania w dziedzinie koordynacji poszczególnych programów badawczych, ustalono tryb porozumiewania się i współdziałania w ramach zwoływanych co 2 lata posiedzeń Rady Koordynacyjnej całego programu odbywających się zazwyczaj w Paryżu. Wyniki pierwszej narady omówione zostały także w naszej prasie naukowej².

Na pierwszej naradzie powierzono polskiemu komitetowi narodowemu zorganizowanie narady następnej w Warszawie w 1979 r. Odbyła się ona w Pałacu Staszyca i trwała od 23 do 27 kwietnia 1979 r. W naradzie uczestniczyły delegacje Białorusi, Bułgarii, Węgier, NRD, Koreańskiej Republiki Ludowo-Demokratycznej, Mongolii, Polski, ZSRR, Ukrainy i Czechosłowacji. W naradzie brał także aktywny udział dyrektor działu nauk ekologicznych UNESCO i jeden z głównych organizatorów programu MaB, F. di Castri. Sekretariat RWPG reprezentowali z-ca sekretarza tej organizacji, T. Szopa oraz dyrektor działu współpracy naukowo-technicznej RWPG, W. Prokudin. Zawczasu rozesłany i uzgodniony z komitetami narodowymi program konferencji obejmował następujące działy: referaty naukowe, informacje dotyczące prac koordynacyjnych w obrębie 14 projektów programu MaB oraz sprawy organizacyjne. Otwierając naradę, jej przewodniczący, prof. dr W. Michajłow (PRL) powitał zebranych w imieniu Prezydium PAN, Prezydium Polskiego Komitetu UNESCO oraz Komitetu „Człowiek i Środowisko” PAN. Przemówienia wygłosili także — w imieniu UNESCO, dr F. di Castri oraz w imieniu centrum koordynacyjnego programu dla krajów socjalistycznych, pracującego w Moskwie, przewodniczący delegacji ZSRR, akad. W. Sokołow. Zebranych powitał także w imieniu Sekretariatu RWPG T. Szopa.

Referaty naukowe obejmowały szerokie wachlarze zagadnień związanych bezpośrednio z problematyką ochrony i racjonalnego kształtowania życia współczesnego człowieka.

W referacie pt. „Środowisko i polityka” W. Michajłow (PRL) zwrócił m.in. uwagę na znaczenie rozdziału poświęconego sprawom środowiska w Akcie Końcowym KBWE w Helsinkach (1975). Konsekwencją podjętych wówczas uchwał jest decyzja Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ zwołania w 1979 r. — zgodnie z propozycją L. Breżniewa przedstawioną na VII Zjeździe PZPR w Warszawie — europejskiego Kongresu w sprawach środowiska.

O. Janicki (ZSRR) mówiąc o „Wkładzie nauk społecznych w opracowanie programu „Człowiek i biosfera” podkreślił celowość „socjalizacji” badań prowadzonych w ramach tego programu. Przewidywanie konsekwencji ekologicznych działalności społeczno-gospodarczej, ich kontrola i kierowanie nimi jest zadaniem o dużym znaczeniu społecznym. Opierając się na danych rozległej, a w referacie cytowanej literaturze naukowej przedmiotu, O. Janicki nakreślił główne kierunki uczestnictwa nauk społecznych w programie „Człowiek i biosfera”. Nauki te mogą przyczynić się do interpretacji oraz integracji wyników uzyskiwanych przez nauki przyrodnicze. Powinny one ustalić, jaki jest stosunek różnych warstw, grup

¹ Program „Człowiek i Biosfera” w krajach socjalizmu. Prace I narady w sprawach koordynacji działalności komitetów krajów socjalistycznych programu UNESCO „Człowiek i biosfera” MaB. Moskwa. 1979 str. 239 (ros.).

² W. Michajłow — Program UNESCO „Człowiek i biosfera” w krajach socjalistycznych. Kosmos Nr 5, 1977.

i klas ludności do spraw sytuacji ekologicznej. Mogą odegrać poważną rolę w programowaniu skutków i ukierunkowywaniu działań polityki ekologicznej. Nauki społeczne powinny współuczestniczyć w ekspertyzach i programach „ekologicznych”. Do nich należy także zadanie określania różnych „norm ekologicznych”, ocena z tego punktu widzenia nowych technologii, środków komunikacji itp. Wreszcie nauki społeczne powinny opracowywać środki i metody kształtowania świadomości społecznej w odniesieniu do spraw środowiska. W ustroju socjalistycznym rozwój społeczno-gospodarczy może i powinien być zharmonizowany z potrzebami ochrony środowiska. Istnieją ku temu realne możliwości. O. Janicki dokonał także przeglądu projektów programu MaB z punktu widzenia celowości udziału w ich opracowaniu przedstawicieli nauk społecznych. W „zaleceniach konferencji” postanowiono zwrócić się do Komitetu ZSRR z prośbą o zorganizowanie pod egidą UNESCO w 1 lub 2 kwartale 1981 r. międzynarodowego spotkania ekspertów na temat „Drogi nauk przyrodniczych i społecznych dla celów polityki urbanistycznej”.

Referat na temat „Ekonomiczne problemy w programie MaB” przedstawił prof. M. Lemieszew (ZSRR). Zwrócił on uwagę na to, że „Postępy ludzkości w „ujarzmianiu przyrody” są obecnie tak znaczne, że działalność gospodarcza człowieka wpływa silniej na przyrodę niż zachodzące w niej procesy naturalne”. Chodzi o to, by nieuniknione antropogeniczne konsekwencje „wykorzystania przyrody” nie miały charakteru żywiołowego, a więc o planowe i celowe kierowanie przebiegiem tego wykorzystania. „Powstała obiektywna konieczność — stwierdził autor — rozpatrywania współczesnej produkcji jako funkcjonowania złożonego systemu ekologiczno-ekonomicznego, nie przeciwstawiając sobie układów ekologicznych i ekonomicznych”. W pełni można ten cel osiągnąć jedynie w społeczeństwie socjalistycznym, integrując ekonomikę i przyrodę. Konieczne jest opracowanie metodologii takiego działania. Należy wykorzystywać możliwości oczyszczania odpadów produkcji opartej na aktualnie stosowanych technologiach, rozwijać opracowanie nowych technologii produkcji, tzw. „czystych”, imitujących procesy przyrodnicze. Należy poszukiwać „optymalnego poziomu wydatków służących zapobieganiu zanieczyszczeniom”, który co najmniej kompensowałby straty spowodowane tymi zanieczyszczeniami. Autor referatu poinformował o osiągnięciach w tej dziedzinie w ZSRR. Coraz częściej stosuje się tam ogólnonarodowe (nie resortowe lub krótkoterminowe) oceny wyników korzystania z zasobów przyrody.

Nad wygłoszonymi trzema referatami rozwinęła się łączna, ożywiona dyskusja, w której podkreślano m.in. zarówno doniosłość znaczenia problemów środowiska we współczesnej polityce międzynarodowej, jak też wagę ekonomicznej problematyki środowiska i konieczność pozyskiwania ekonomistów dla spraw ekologii i ochrony środowiska.

W uchwalonych przez Konferencję „Zaleceniach” w tych sprawach podkreśla się, że „w ostatnich latach konieczność współpracy w rozwiązywaniu problemów środowiska i racjonalnego wykorzystywania zasobów przyrody ujawniła się z całą oczywistością. W wyniku uzyskania postępu w dziele wzmocnienia polityki odprężenia oraz pokojowego współistnienia państw o różnych ustrojach społecznych, perspektywy takiej współpracy stają się coraz lepsze. Ważnym momentem w rozwiązywaniu wspomnianych problemów jest zapewnienie wzajemnych powiązań nauk społeczno-ekonomicznych, przyrodniczych i technicznych, szersze wdrożenie wiedzy ekologicznej do praktyki społecznej oraz opracowanie nowych form współdziałania przy wykonywaniu programów międzynarodowych na poziomie narodowym, regionalnym i globalnym”.

Na konferencji został także przedstawiony referat opracowany przez I. Izraela i W. Sokołowa (ZSRR) nt. „Problemy globalnego monitoringu i badań ekologicz-

nych w rezerwach biosfery". Autorom idzie o „stworzenie zasadniczego nowego systemu obserwacji i badań stanu środowiska przyrodniczego — systemu monitoringu ekologicznego”. „Naszym zdaniem — piszą autorzy — monitoring ekologiczny powinien dostarczać informacje dwojakiego rodzaju: dotyczące obserwowanego i prognozowanego oddziaływania czynników antropogenicznych oraz o obserwowanej i prognozowanej reakcji układów biologicznych na takie oddziaływanie”. Światowa sieć rezerwatów biosfery powinna służyć rozwijaniu tego typu monitoringu, a przez to przyczyniać się do charakterystyki globalnych tendencji zmian w przyrodzie. Konieczne jest opracowanie jednolitych zasad monitoringu w skali światowej oraz analizy uzyskiwanych tą drogą danych. W „Zaleceniach” Konferencji czytamy w tej sprawie: „Konferencja ocenia wysoko doświadczenie radzieckiego Komitetu MaB w opracowywaniu ogólnego programu badań kompleksowych oraz monitoringu ekologicznego na bazie rezerwatów biosfery powołanych w ZSRR. Dla zapewnienia współpracy krajów socjalistycznych w tej dziedzinie konieczne jest dokonanie typizacji wszystkich rezerwatów biosfery oraz opracowanie dokładnych programów dla rezerwatów analogicznych. Omówienia wyników tych prac należy dokonać na naradzie roboczej projektu MaB-8, którą jednostka wiodąca planuje zwołać w końcu 1980 r., jako etap przygotowawczy do zwołania w 1982 r. w ZSRR Międzynarodowej Konferencji naukowej UNESCO/UNEP w sprawie rezerwatów biosfery”. Dodać należy, że Komitet radziecki udostępnił uczestnikom Konferencji szereg wydawnictw poświęconych sprawom monitoringu ekologicznego³.

Narodowy Komitet MaB-NRD przedstawił referat na temat kształcenia i wychowania w dziedzinie ochrony środowiska. Zgodnie z zaleceniami konferencji UNESCO w Tbilisi (1977 r.)⁴ chodzi o kształcenie i wychowanie na wszystkich poziomach i na wszystkich kierunkach nauczania szkolnego (dotyczy to programów 290 kierunków specjalnych) oraz pozaszkolnego. Ponieważ Komitet MaB-NRD jest koordynatorem prac w tej dziedzinie prowadzonych w krajach socjalistycznych zorganizował on naradę przedstawicieli komitetów narodowych w tej sprawie, na której opracowano plan działania do 1988 r. Plan ten był przedmiotem dyskusji na konferencji warszawskiej i został zaakceptowany.

Problemy „informacji naukowo-technicznej w programie MaB” zreferował A. Graciński (ZSRR). Przedstawił on zasady opracowanego przez Instytut Informacji ZSRR (WINITI) systemu informacji dla potrzeb programu MaB i jego 14 projektów, zreferował zadania odpowiednich wydawnictw i czasopism, a także scharakteryzował systemy informacyjne UNEP oraz RWPG (Informoos). Uczestnicy narady dysponowali także referatem W. Uległowej (Czechosłowacja) na temat włączenia problematyki MaB do „Informoos”. Złożone problemy informacji stały się przedmiotem ożywionej dyskusji. Główny jej nurt dotyczył ujednolicenia i uproszczenia działań informacyjnych oraz zapewnienia zainteresowanym możliwości szybkiego uzyskiwania pożądanych danych informacyjnych. Odpowiednie propozycje znalazły się w „Zaleceniach” konferencji.

³ — Monitoring stanu otaczającego środowiska przyrodniczego. Prace radziecko-angielskiego sympozjum, Leningrad, 1977, str. 262. (ros.)

— Wszechstronna analiza otaczającego środowiska przyrodniczego. Prace I radziecko-amerykańskiego sympozjum. Leningrad, 1976, str. 277. (ros.)

— Wszechstronna analiza środowiska przyrodniczego. Prace III radziecko-amerykańskiego sympozjum. Leningrad, 1978. (ros.)

— Problemy ekologicznego monitoringu i modelowania ekosystemów. T. 1, Puszczyno, 1978, str. 183 (ros.)

— Doświadczenia i metody monitoringu ekologicznego. 1978, str. 265. (ros.)

⁴ — W. Michajłow, D. Cichy — Międzynarodowa Konferencja UNESCO w sprawach nauczania o problemach środowiska. Nauka Polska, nr 5, 1978.

— Deklaracja z Tbilisi. Kosmos, nr 4, 1978.

Omówiono także pokrótce tezy referatu I. Gerasimowa (ZSRR) na temat „geograficznych problemów (aspektów, podejść) w programach MaB”. Obszerny referat I. Gerasimowa i J. Isakowa (ZSRR) podkreślał m.in. antropocentryczne nastawienie programu MaB i jego multidyscyplinarny charakter. Autorzy rozpatrzyli pożądany udział geografów w ramach poszczególnych projektów MaB, w osobnej tabeli podali liczbę tematów opracowywanych na świecie (bez ZSRR). Dokonano także oceny zaawansowania prac w obrębie każdego z 14 projektów. Autorzy zalecają uwzględnianie w pracach badawczych nie poszczególnych ekosystemów, lecz „ich prawidłowych zgrupowań, tworzących większe geosystemy (regiony), które charakteryzują się nie tylko tym, że obejmują określone kompleksy przyrodnicze, ale też typowymi odrębnościami społeczno-ekonomicznymi”. Nieobecność akad. I. Gerasimowa, wybitnego geografa radzieckiego oraz współautora referatu — J. Isakowa, uniemożliwiła przeprowadzenie szerszej wymiany zdań. W dyskusji podkreślono, że nauki geograficzne powinny uczestniczyć w kompleksowym rozwiązywaniu zadań ochrony biosfery.

Główną tezę referatu Lemieszewa (ZSRR) nt. „Społeczno-ekonomiczne problemy oddziaływania człowieka na środowisko przyrodnicze” było stwierdzenie, że „działalność antropogeniczna może nie tylko pogarszać, ale też ulepszać stan środowiska przyrodniczego”. „Celem analizy i kierowania procesami funkcjonowania tego systemu (ekologiczno-ekonomicznego) należy opracować globalne modele ekologiczno-ekonomiczne...”. Dla budowy takich modeli i „zgodnie z metodologią takiego podejścia, należy opracować długofalowy generalny program zarządzania rozwojem społecznym oraz środowiskiem. Najważniejszymi składnikami takiego długofalowego programu (podprogramów) powinny być: 1) społeczno-ekonomiczny, 2) ekologiczny, 3) technologiczny, 4) informacyjny, 5) oświatowy i kulturalny, 6) prawny, 7) współpracy międzynarodowej. Programy generalne i odpowiednie podprogramy mogą mieć różną rangę i odnosić się do poszczególnych rejonów i terenów kraju (regionalne), do poszczególnych krajów (narodowe), do grup krajów (międzypaństwowe) oraz do planety jako całości (światowe lub planetarne)”.

Szczegółowiej o metodyce analizy systemowej i modelowaniu symulującym mówił na naradzie W. Neronow (ZSRR). W „Zaleceniach” konferencji sprawie tej poświęcono następujący ustęp: „Narada podkreśla nie dość aktywne wykorzystanie metod analizy systemowej i modelowania matematycznego w rozwiązywaniu zadań stojących w programie MaB i zwraca uwagę Sekretariatu UNESCO i Komitetów Narodowych MaB na konieczności szybkiego usunięcia tego braku. Uczestnicy narady popierają inicjatywę placówki wiodącej tego problemu (NIWC, AN ZSRR) przygotowania do wydania bibliografii prac z zakresu ekologii matematycznej oraz zagadnień pokrewnych, wykonanych w krajach socjalistycznych oraz propozycję zwołania w 1980 r. w ZSRR międzynarodowej narady ekspertów w sprawach zastosowania metod analizy systemowej i modelowania matematycznego w projektach programu MaB oraz zwracają się do Sekretariatu UNESCO z prośbą o pomoc w organizacji i realizacji tej narady”.

Sprawom koordynacji planów i programów ochrony środowiska, realizowanych przez różne organizacje (UNEP, MaB, RWPG) poświęcony był referat dyrektora działu współpracy naukowo-technicznej RWPG, W. Prokudina. Dla uczestników konferencji szczególnie cenne było zestawienie 12-tematycznego programu Rady Ochrony Środowiska RWPG i zbieżnych pod wieloma względami 8 (spośród 14) projektów programu MaB. Program Rady Ochrony Środowiska RWPG obejmuje następujące tematy:

1. Społeczno-ekonomiczne, organizacyjne, prawne i pedagogiczne aspekty ochrony środowiska.
2. Higieniczne aspekty ochrony środowiska.

3. Ochrona ekosystemów (biogeocenozy) i krajobrazu.
4. Ochrona atmosfery przed zanieczyszczeniami szkodliwymi substancjami.
5. Meteorologiczne aspekty zanieczyszczeń atmosfery.
6. Walka z hałasem i wibracją.
7. Ochrona wód przed zanieczyszczeniami.
8. Unieszkodliwianie i użytkowanie odpadów komunalnych, przemysłowych, rolniczych i innych.
9. Zapewnienie bezpieczeństwa radiacyjnego.
10. Główne kierunki planowania miast, stref podmiejskich, a także systemy zasiedlania z uwzględnieniem ochrony i polepszenia środowiska w krajach członkowskich RWPG.
11. Ochrona wnętrza Ziemi i racjonalne wykorzystywanie zasobów naturalnych, związane z polepszeniem stanu środowiska.
12. Globalny system monitoringu środowiska.

Były w przedstawionym zestawieniu programów także uwzględnione formy współpracy i koordynacji, jak np. wymiana informacji, wspólne narady i sympozja, wymiana ekspertów i specjalistów, wspólne badania... Konieczność współdziałania, nie tylko dla uniknięcia dublowania prac, ale dla ich intensyfikacji, była mocno podkreślana w dyskusji. W „Zaleceniach” Konferencji proponowano szereg posunięć, zapewniających ściślejszą koordynację prac różnych programów. Uczestnicy narady otrzymali wydawnictwo informacyjne o pracach Rady Ochrony Środowiska RWPG⁵.

Na pierwszej naradzie Komitetów Krajów Socjalistycznych programu „Człowiek i biosfera” UNESCO (Moskwa, 1977), postanowiono, że na kolejnych naradach przedstawiane będą także referaty naukowe zawierające wyniki badań, uzyskane w toku realizacji programu MaB. — Na naradzie warszawskiej referat taki przedstawili w postaci pisemnej P. Zajanczkauskas i R. Wolskis (Litewska SRR) pt. „Kompleksowe badania gatunków zwierząt w areale oraz perspektywy wykorzystania ich wyników w realizacji poszczególnych projektów programu MaB”. Rozpatrywano ten referat łącznie ze sprawozdaniem z działalności ośrodka koordynującego ten problem, który się mieści w Instytucie Zoologii i Parazytologii Litewskiej Akademii Nauk.

Odrębny nurt prac konferencji stanowił przegląd działań koordynacyjnych poszczególnych komitetów narodowych MaB w odniesieniu do 14 projektów programu. Warto przypomnieć, że Komitet polski koordynuje projekty poświęcone zanieczyszczeniu wód (MaB-5), ochronie ekosystemów górskich (MaB-6) oraz ekologii miast (MaB-11).

Przegląd wykonania zadań wykazał, że stopień zaawansowania pracy — wskazujący na wysokie osiągnięcia — jest różny. Komitety narodowe zobowiązane były do zaproponowania innym komitetom programu badań w ramach określonego projektu, uogólnić nadsyłane propozycje współpracy, organizować narady robocze poświęcone metodologii badań, dokonywać syntez uzyskiwanych w krajach wyników. Tylko niektóre ośrodki koordynacyjne mogły sięgnąć po końcowy etap tego programu. Większość sprecyzowała i uzgodniła szczegółową tematykę badań prowadzonych w krajach. W tej sprawie w uchwałach konferencji postanowiono prosić Komitet ZSRR, aby w dalszym ciągu pełnił funkcję ogólnego koordynatora, a także rozważyć sprawę zmiany koordynatorów 3 projektów MaB (las tropikalne, pastwiska, ekosystemy wysp).

Na uwagę biologów zasługuje przedstawiony przez delegację ZSRR, w ramach sprawozdania z koordynacji projektu MaB-8 (ochrona przyrody, rezerваты)

⁵ Ochrona środowiska otaczającego w krajach członkowskich RWPG, Moskwa, 1979, str. 265. (ros.).

w krajach socjalistycznych, obszerny materiał dotyczący parków narodowych i rezerwatów w Związku Radzieckim. Uczestnikom narady udostępniono także wspólnie wydaną „Czerwoną księgę ZSRR”⁶. Księga ta rozpatruje poszczególne gatunki, uwzględniając ich pozycję systematyczną, areal występowania, miejsca przebywania, liczebność, formy rozrodu, konkurentów, wrogów, przyczyny zmiany liczebności, liczebność w niewoli, stosowane środki ochrony, potrzebne środki ochrony, podstawową bibliografię. Księga jest bogato ilustrowana. Spośród zwierząt obejmuje ona ssaki, ptaki, płazy i gady. Przykładowo można podać, że bibliografia dotycząca ssaków obejmuje 10 stron dwuszpaltowego druku. Wśród ssaków 25 gatunków uznano za zagrożone, 37 określono jako rzadkie; wśród ptaków — 26 zagrożonych, 37 rzadkich; wśród płazów zagrożonych jest 8 gatunków; wśród gadów — 21. — W odniesieniu do roślin (wymienionych według rodzin) nie ma podziału na zagrożone i rzadkie. Sam wykaz nazw tych roślin obejmuje 65 stron druku. Księga, której nakład wynosi 10 000 egzemplarzy zaopatrzona jest w indeksy nazw rosyjskich i łacińskich.

Ożywioną wymianę zdań wywołał referat Komitetu ZSRR na temat projektu MaB-12 zajmującego się m.in. toksycznością i właściwościami mutagenicznymi związków chemicznych wprowadzanych do środowiska przez przemysł i rolnictwo.

Oprócz sprawozdania z prac projektu MaB-12, delegacja radziecka przedstawiła informację o organizacji badań w ZSRR, a także referat J. Altuchowa (ZSRR) „Genetyczne aspekty problemu „Człowiek i Biosfera”. W referacie tym rozpatrzone są problemy mutagenów wprowadzanych do środowiska i potrzeby ich identyfikacji, badań nad nasileniem procesów mutagenozy w populacjach ludzkich oraz tzw. genetycznego obciążenia populacji (populacyjny monitoring), skutków genetycznych urbanizacji oraz migracji ludności. Autor postuluje: „1) posiadanie jasnych wyobrażeń o specyfice procesów genetycznych zachodzących wśród ludności, 2) ujawnianie i prognozowanie niekorzystnych tendencji we właściwym czasie, 3) wyjaśnianie związków przyczynowo-skutkowych leżących u ich podstaw, 4) praktyczną realizację zespołu koniecznych przedsięwzięć nakierowanych na zapobieganie zjawiskom niepożądanym”.

Uczestnicy konferencji dysponowali także odbitkami pracy R. Chilczewskiej (ZSRR) pt. „Genetyczne problemy zanieczyszczeń środowiska”. W pracy tej przytoczone są dane dotyczące wpływu pestycydów (fungicydów, insektycydów, herbicydów i in.) na drobnoustroje, rośliny, owady i ssaki. Mutagenozę, jako skutku działania pestycydów wykryto u 23% drobnoustrojów, 93% roślin, 65% owadów i 48% ssaków. Autorka obszernie omawia tzw. testo-systemy, ich kosztą oraz metody monitoringu genetycznego populacji.

Warto odnotować fragment zaleceń dot. projektu MaB-12 „Setki i tysiące nowych związków chemicznych zostają rocznie wprowadzone do środowiska i w stosunku do wielu spośród nich badania genetyczne ostatnich lat udowodniły znaczną aktywność mutageniczną. W związku z tym powstaje pilne zadanie oceny możliwości regionalnego i globalnego wzrostu procesów mutacyjnych w różnych populacjach, a w tej liczbie i populacjach ludzkich. Trudno przecenić niebezpieczeństwo zmian procesów genetycznych i biologicznych wśród ludności i w związku z tym Konferencja zwraca uwagę Sekretariatu UNESCO i Komitetów Narodowych MaB na konieczność rozwinięcia badań w ramach projektu MaB-12 oraz celowość ściślejszej koordynacji w temacie „Genetyczne skutki zanieczyszczeń środowiska”. W ramach ogólnego rozwiniętego programu ochrony i ulepszenia środowiska krajów członkowskich RWPG oraz Jugosławii, Instytutowi Genetyki Ogólnej AN ZSRR, jako wiodącemu centrum tego problemu powierza się, łącznie

⁶ Czerwona Księga ZSRR (Red Dat Book of USSR). Rzadkie i zagrożone zagładą gatunki zwierząt i roślin. Moskwa. Min. Rolnictwa ZSRR, 1978, str. 460.

z innymi komitetami narodowymi MaB, opracowanie do końca 1979 r. propozycji współpracy międzynarodowej w opracowaniu programu monitoringu genetycznego w populacjach ludzkich w związku z zanieczyszczeniami środowiska, które należy przekazać, celem rozpatrzenia, do UNESCO, UNEP i WHO".

Warto odnotować, że oprócz omówionych na konferencji projektów „poziomych” istnieją także projekty MaB „pionowe”, a więc odnoszące się także do kilku co najmniej innych projektów. Jednym z nich zajmuje się Komitet polski. Dotyczy on udziału nauk parazytologicznych w programie MaB. Z referatu K. Kisielewskiej (PRL) wynikało, że zorganizowano 2 konferencje koordynacyjne — Parmab I (1975) i Parmab II (1978). Ustalono ogólny program badań, w Zakładzie Parazytologii PAN zorganizowano centrum koordynacyjne.

Nadto T. Kocan (PRL) poinformował o pracach naszego Komitetu w zakresie organizowania konferencji naukowo-wdrożeniowych w poszczególnych makroregionach kraju. Konferencje te mogą stanowić jeden z przykładów praktycznego wykorzystania wyników badań naukowych podejmowanych także kompleksowo w ramach różnych projektów MaB.

Niektóre Komitety narodowe dostarczyły sprawozdania z całokształtu swej działalności. Rozdano je uczestnikom konferencji, nie dyskutowano nad nimi, lecz postanowiono umieścić w wydawnictwie (książce) zawierającym pełne materiały konferencji.

Przedyskutowano także niektóre sprawy ogólnooorganizacyjne. Podjęto decyzje uwzględnione w następujących ustępach uchwalonych zaleceń:

- „Konferencja.... zwraca się do właściwych instancji ZSRR i Sekretariatu UNESCO o poparcie w organizacji Centrum Koordynacyjnego dla krajów socjalistycznych całości programu MaB oraz nadanie mu uprawnień publikowania specjalnego biuletynu regionalnego lub czasopisma „Człowiek i Biosfera”.
- „Uczestnicy narady z wielkim zadowoleniem zapoznali się z decyzją Komisji Ekonomicznej ONZ o nadanie priorytetu ogólnoeuropejskiej naradzie w sprawach środowiska. Komitety MaB krajów socjalistycznych powinny w zakresie swej działalności uczynić wszystko celem aktywnego przygotowania się do tej narady i przyczynić się tym do jej powodzenia”.

Na porządku dziennym stała też sprawa udziału Komitetów MaB Krajów Socjalistycznych w posiedzeniu Międzynarodowej Rady Koordynacyjnej, poświęconym 10-leciu programu MaB (Paryż, listopad 1981). Jednomyslnie poparto ten projekt i zaproponowano Sekretariatowi UNESCO „rozpatrzenie możliwości jednoczesnej organizacji naukowej konferencji poświęconej wynikom prac programu MaB za 10 lat oraz międzynarodowej wystawy, ilustrującej osiągnięcia w rozwiązywaniu praktycznych zadań ochrony biosfery oraz optymalizacji powiązań człowieka z różnymi jej biomami na podstawie interdyscyplinarnych badań realizowanych w programie MaB”.

Na wniosek delegata Komitetu narodowego MaB Ludowej Republiki Węgier, postanowiono, że III narada „soemab” odbędzie się wiosną 1981 r. w tym kraju.

Polski Komitet MaB starał się zapewnić delegacjom bratnich krajów najlepsze możliwości pracy. Zorganizowano dla nich zwiedzanie Instytutu Ekologii PAN oraz Puszczy Kampinoskiej, gdzie gościnnie podejmowani byli przez Dyрекcję Parku.

SYMPOZJUM — OŚRODKOWE MECHANIZMY INSTRUMENTALNYCH
ODRUCHÓW WARUNKOWYCH

Jabłonna k. Warszawy, 1—5 maj 1979 r.

Symposium zostało zorganizowane przez Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego (przy współudziale Komisji Neurofizjologii Komitetu Nauk Fizjologicznych PAN) z okazji dwóch związanych ze sobą rocznic. Jedna z nich stanowi 60-lecie działalności Instytutu [1], a druga 50-lecie ukazania się pierwszej publikacji Profesora Jerzego Konorskiego [2, 3]. Publikacja ta otworzyła kierunek badań nad odruchami warunkowymi drugiego typu, później nazwanymi odruchami warunkowymi instrumentalnymi, które są modelem dowolnego zachowania się człowieka i zwierząt. W kilka lat po jej ukazaniu się Profesor Konorski zaczął pracować w Instytucie i zainicjował w nim badania nad ośrodkowymi mechanizmami instrumentalnych odruchów warunkowych. Obecnie tymi i innymi zagadnieniami z zakresu działalności mózgu zajmuje się ponad 40% pracowników naukowych Instytutu, tworząc znaną na świecie Szkołę Konorskiego.

Wymaga szczególnego podkreślenia, że w historii badań nad mózgiem obecne Symposium stanowiło najliczniejsze spotkanie tego typu badaczy ze wschodu i zachodu. Pod tym względem ustępowało mu nawet sławne Moskiewskie Kolokwium, które odbyło się przed 20 laty [4]. Niestety sympozja z reguły mają pod tym względem jednostronną reprezentację. Podajemy dla przykładu dane dotyczące dwu zapewne najważniejszych międzynarodowych sympozjów poświęconych mechanizmom uczenia się, które odbyły się w ostatnich latach. Na sympozjum zorganizowanym przez IBRO (International Brain Research Organization) w 1977 r. w Londynie [5] na 29 uczestników były tylko 3 osoby z Europy Wschodniej, a na „Gagrskich Biesiadach”, Gruzja 1978 r. [6], na 32 uczestników były tylko 2 osoby z krajów zachodnich.

Na Symposium zostało wygłoszone 43 referaty, w tym 28 przez uczonych z krajów socjalistycznych (Polska — 14, ZSRR — 11, Czechosłowacja — 1, NRD — 1, Węgry — 1) oraz 15 przez uczonych zachodnich (USA — 8, Francja — 2, Wielka Brytania — 2, Dania — 1, Szwajcaria — 1, Włochy — 1). Oprócz uczestników sympozjum w obradach brała udział grupa młodych zagranicznych pracowników naukowych, którzy przyjechali do Jabłonnki bez referatów (3 osoby), lub przebywają na stażach naukowych w Zakładzie Neurofizjologii Instytutu Nenckiego (7 osób). Ci ostatni razem z dużą grupą polskich kolegów dojeżdżali codziennie do Jabłonnki autokarem.

Obrady poprzedziły dwie obszernie wypowiedzi wstępne (K. Akert i K. Zieliński), w których między innymi scharakteryzowana została fascynująca sylwetka naukowa Profesora Konorskiego oraz jego rola w rozwoju badań nad mózgiem na świecie i w rozwoju profilu naukowego samego Instytutu.

Temat sympozjum — ośrodkowe mechanizmy instrumentalnych odruchów warunkowych był dyskutowany na szerokim tle mechanizmów plastyczności mózgu. W referatach sympozjalnych znalazły odbicie wszystkie ważniejsze w tym zakresie współczesne kierunki oraz techniki badawcze. Obecność wybitnych specjalistów z wielu dyscyplin naukowych (neurofizjolodzy, neuroanatomowie, neurochemicy, neurofarmakolodzy, psychologowie, cybernetycy) umożliwił wielostronne dyskusje referowanych zagadnień. W czasie obrad wielokrotnie powoływano się na ogólną teorię Konorskiego dotyczącą pracy mózgu, która sformułowana została w jego ostatniej monografii [7]. Pełna lista referatów sympozjalnych znajduje się w tabeli 1.

Lista wygłoszonych referatów

- Adrianov, O. S. (Moskwa). Participation of caudate nucleus in different forms of voluntary activity.
- Akert, K. (Zurich). The mediodorsal nucleus of the thalamus and its relationship with the frontal lobe.
- Batuev, A. S. (Leningrad). Cortical mechanisms of goal motor act performance in the monkey.
- Bignami, G. (Rzym). Pharmacological evidence on the specialization of CNS mechanisms responsible for motor act inhibition by aversive events.
- Boakes, R. A. (Brighton). Autoshaping and interactions between classical and instrumental conditioning.
- Brennan, J. F. (Boston). Prefrontal cortical effects on aversively motivated instrumental conditioning: a review of some ontogenic considerations.
- Buser, P. (Paryż). Circuits involved in visual guidance in purposive movements in cat.
- Dąbrowska, J. (Warszawa). Septal lesions and reversal learning in dogs.
- Divac, I. (Kopenhaga). The neostriatum: a link in a pathway through which prosencephalic processes affect behavior.
- Fonberg, E. (Warszawa). Social motivation in normal and lesioned dogs.
- Gasanov, U. (Moskwa). Specific and unspecific neuronal mechanisms of cellular operant conditioning.
- Gawroński, R. (Kielce). Modelling of some learning processes.
- Gerstein, G. L. (Filadelfia). Two behavioral paradigms for the study of rapid changes in functional grouping of neurons.
- Górska, T. (Warszawa). Comparative studies on the effects of pyramidal lesions in monkeys, cats and dogs. Some behavioral and cortical stimulation data.
- Grabowska, A. (Warszawa). Search for structures involved in integration of letters in pairs.
- Grastyán, E. (Pecz). The orienting-exploratory response hypothesis of discriminative conditioning.
- Iljuczenok, R. Yu. (Nowosibirsk). Emotiogenic brain structures and mechanisms of conditioning.
- Kostowski, W. (Warszawa). The role of noradrenergic brain system in avoidance reaction in rats.
- Kotliar, B. (Moskwa). Neuronal mechanisms of conditioned placing reaction.
- Ławicka, W. (Warszawa). Targeting reflexes: their role in conditioned directional responses.
- Łukaszewska, I. (Warszawa). Motivational factors in the response to a stimulus change in rats.
- Massion, J. (Marsylia). Postural support associated with limb movement in quadrupeds.
- Merżanova, G. (Moskwa). The effects of reward on single unit activity in visual cortex.
- Morrison, A. R. (Filadelfia). Relationship between phenomena of paradoxical sleep and their counterparts in wakefulness.
- Narkiewicz, O. (Gdańsk). Thalamoamygdaloid connections studied by the retrograde transport method.
- Overmier, J. B. (Minneapolis). On the mechanism of the post-asymptotic decrement phenomenon.
- Pacut, A. (Warszawa). Mathematical model of avoidance response latency.

- Radil-Weiss, T. (Praga). Pacing of behavior and electrophysiological events.
- Russell, I. S. (Londyn). Levels of cerebral integration and different types of learning.
- Sadowski, B. (Warszawa). Brain stimulation reward as reinforcer of instrumental conditioning.
- Santibanez, H. G. (Berlin). Conditioned audiovisual targeting reflex in cats.
- Szapovalova, K. B. (Leningrad). The role of striatum in realization of defensive instrumental reaction in dogs.
- Simonov, P. V. (Moskwa). The role of emotions in the formation of instrumental conditioned reflex.
- Skrebicki, V. G. (Moskwa). A study of synaptic plasticity in hippocampal slices.
- Solomon, R. L. (Filadelfia). Recent experiments testing an opponent-process theory.
- Sprague, J. M. (Filadelfia). Visual activity functions and pattern discrimination in the destriate cat.
- Stamm, J. (Stony Brook). The monkey's prefrontal cortex functions in motoric programming.
- Stellar, E. (Filadelfia). Brain mechanisms and hedonic processes.
- Stępień, I. (Warszawa). Dissociation of impairment following ablations of prefrontal and S-II cortices in dogs.
- Storożuk, V. M. (Kijów). Neurophysiological manifestation of central excitation and inhibition during conditioning.
- Voronin, L. L. (Moskwa). Microelectrode analysis of the cellular mechanisms of conditioned reflex.
- Zieliński, K. (Warszawa). Avoidance of fear versus avoidance of pain: short- and long-latency responses.
- Żernicki, B. (Warszawa). The ocular fixation reflex: some data in the pretrigeminal cat.

Znaczna część referatów była poświęcona zagadnieniu trzech podstawowych ogniw instrumentalnego odruchu warunkowego: ognia percepcyjnego, napędowego (motywacyjnego) i ruchowego. Pięciu uczestników (Boakes, Grastyán, Ławicka, Santibanez i Żernicki) dyskutowali zagadnienia odruchów celowniczych (orientacyjnych). Odruchy te są ściśle związane z układami czuciowymi i ich rola polega na ułatwianiu percepcji bodźców. Sprague przedstawił nowe dane wskazujące na ściśle współdziałanie dwóch układów wzrokowych: kolankowato-korowego i wzgórkowo-korowego. Grabowska omawiała zagadnienie lokalizacji integracji percepcyjnej liter eksponowanych parami. Fonberg i Narkiewicz dyskutowali funkcjonalne i anatomiczne aspekty jądra migdałowego, które jest jednym z najważniejszych jąder układu napędowego. Łukaszewska mówiła o roli napędowej elementu nowości w sytuacji doświadczalnej. Szczególne aspekty układu napędowego były omawiane przez Simonowa, Iljuczenoka, Radil-Weissa i Sadowskiego. Górską zanalizowała porównawczo wyniki uszkodzeń układu piramidowego u małp, psów i kotów. Nowe interesujące modele dla badań układu ruchowego przedstawili Buser i Massion.

Kilka referatów było poświęcone analizie funkcji płatów czołowych. Akert przedstawił dane dotyczące projekcji czołowej do wzgórza. Stępień analizowała efekty uszkodzeń cząstkowych płatów czołowych na złożone formy różnicowania odruchów warunkowych. Stamm przedstawił efekty drażnienia elektrycznego płatów czołowych na reakcje odczone. Brennan analizował funkcje płatów czołowych w aspekcie ontogenetycznym. Wreszcie Batuev mówił o czynności pojedynczych komórek u małpy w czasie działalności odruchowo-warunkowej.

Szereg autorów dyskutowało problem roli jąder podkorowych. Referaty dotyczyły jądra ogoniastego (Adrianov), przegrody mózgu (Dąbrowska) i projekcji korowej do ośrodków podkorowych (Divac).

Kilka referatów dotyczyło mechanizmów instrumentalnych odruchów obronnych. Analizowano czasy latencji w różnego typu odruchach (Zieliński), efekty uszkodzenia struktur podkorowych (Szapovalova) lub pnia mózgu (Kostowski) i efekty stosowania różnego typu środków farmakologicznych (Bignami). Dyskutowano również zjawisko wygaszania ze wzmocnieniem (Overmier) oraz zaproponowano model odruchu unikania (Pacut).

Koledzy ze Związku Radzieckiego (Gasanov, Kotliar, Merżanowa, Storożuk i Voronin) dyskutowali w swych referatach elektrofizjologiczne korelaty warunkowania przy użyciu metody odbierania potencjałów elektrycznych z pojedynczych neuronów. Zagadnienie użyteczności różnego typu modeli behawioralnych w tego rodzaju badaniach omówił Gerstein.

Szereg referatów poświęcone było różnym zagadnieniom. Skrebicki przedstawił dane świadczące o plastyczności izolowanych skrawków hipokampa. Dane Morrisona sugerowały, że sen „paradoksalny” należy traktować jako stan aktywacji organizmu. Russell wykazał możliwość łatwego warunkowania klasycznego u królików pozbawionych kory mózgowej. Solomon przedstawił swoją teorię dotyczącą zmienności efektu motywacyjnego wywoływanego przez bodźce bezwarunkowe. Wreszcie Gawroński dyskutował zagadnienie modelowania procesów uczenia się.

W ostatnim dniu uczestnicy Sympozjum zwiedzili Zakład Neurofizjologii Instytutu oraz wzięli udział w sesji plakatowej. Piętnaście plakatów, przygotowanych przez młodych kolegów z Instytutu i innych ośrodków, informowało o tych ostatnich wynikach naukowych polskich neurofizjologów, które nie zostały przedstawione w referatach sympozjalnych.

Materiały sympozjalne zostaną opublikowane bardzo szybko, między innymi dzięki kolektywnej pracy wszystkich uczestników sympozjum. Wieczorami czytali oni wzajemnie swoje prace, a koledzy ze Stanów i Wielkiej Brytanii dokonywali korekty językowej prac pozostałych kolegów. Materiały ukażą się w *Acta Neurobiologiae Experimentalis* pod nieco zmienionym tytułem w dwóch częściach: część A w szóstym numerze w 1979 r., a część B w numerze pierwszym w 1980 r. [8]. Znajdą się w nich również prace kilku uczonych, którzy nie mogli wziąć udziału w Sympozjum z powodu braku funduszy lub choroby.

Bogusław Żernicki

LITERATURA

- [1] Zieliński K. — 60 lat Instytutu Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego (1918—1978). *Nauka Polska* 10, 33—80, 1978.
- [2] Miller S., Konorski J. — *Le phénomène de la généralisation motrice*. C. R. Séanc. Soc. Biol. 99, 1155—1158, 1928.
- [3] Miller S., Konorski J. — *On a particular form of conditioned reflex*. J. Exp. Anal. Behav. 12, 187—189, 1969 (ponowne wydanie pracy z 1928 r. w języku angielskim).
- [4] Jasper H. H., Smirnov G. D. (ed.) — *The Moscow colloquium on electroencephalography of higher nervous activity*. J. Electroencephal. Clin. Neurophysiol. Suppl. 13, 1960.

- [5] Brazier E. (ed.) — *Brain mechanisms in memory and learning*. IBRO Monograph Series, Vol. 4, Raven Press, New York, 1979.
- [6] Oniani T. (ed.) — *Neurofizjologičeskie osnovy pamjati*. Gagrskie Besedy. Vol. VII, Mecinereba, Tbilisi, 1979.
- [7] Konorski J. — *Integracyjna działalność mózgu*. PWN, Warszawa, 1969.
- [8] Żernicki B., Zieliński K. (ed.) — *The Warsaw colloquium on instrumental conditioning and brain research*. Acta Neurobiol. Exp. 33, No. 6, 1979 and 39, No. 1, 1980.

СОДЕРЖАНИЕ

Влодзимеж Островский — Молекулярная биология в современной науке	463
Казимеж Л. Вержховски — 25 лет деятельности Института биохимии и биофизики Польской Академии Наук	515
Антони М. Данцевич, Анна Мазановска — Структурные и метаболические дефекты коллагена в патологии соединительной ткани	525
Алина Ковальска-Дырч — Проблема телеологии в биологии в интерпретации Эрнста Маюра	541
Чеслав Литевка — Главные проблемы деваcтации лесов в Катовицком воеводстве	545
Януш Бобинский — Запас можжевельника обыкновенного <i>Juniperus communis</i> L. в Польше	561
Мечислав Чекальски — Боршевик Сосновского — <i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden — био- логия и потребительная ценность	567
Марек Грегорчук — Распределение приведенной температуры и термического эквива- лента ветра в Антарктике	577

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

Божидар Шабуневич — Го Приехоящие научные теории и расовая сегрегация людей	591
---	-----

CONTENTS

Włodzimierz Ostrowski — Molecular biology in the contemporary science	493
Kazimierz L. Wierzchowski — 25 Years of the Institute of Biochemistry and Biophysics, Polish Academy of Sciences	515
Antoni M. Dancewicz, Anna M. Mazanowska — Structural and metabolic abnormality of collagen in pathology of connective tissue	525
Alina Kowalska-Dyrzowa — Ernst Mayr's interpretation of teleology problem in biology	541
Czesław Litewka — The important problems jointed with the forests destruc- tion in the Voivodship of Katowice	545
Janusz Bobiński — Resources of juniper <i>Juniperus communis</i> in Poland	561
Mieczysław Czekalski — The Cow Parsnip — <i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden — biology and utilization value	567
Marek Gregorczuk — Distribution of the effective temperature and the thermal equivalent of the wind in Antarctic	577

DISCUSSION AND CRITIQUE

Bożydar Szabuniewicz — Ttransitory scientific theories and racial classifica- tion of men	591
--	-----

SPIS TREŚCI

Włodzimierz Ostrowski — Biologia molekularna we współczesnej nauce . . .	493
Kazimierz L. Wierzchowski — 25 lat działalności Instytutu Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk	515
Antoni M. Dancewicz, Anna M. Mazanowska — Nieprawidłowości struktury i metabolizmu kolagenu w patologii tkanki łącznej	525
Alina Kowalska-Dyrczowa — Problem teleologii w biologii w ujęciu E. Mayra	541
Czesław Litewka — Ważniejsze problemy związane z dewastacją lasów w województwie katowickim	545
Janusz Bobiński — Zasoby jałowca pospolitego (<i>Juniperus communis</i>) w Polsce	561
Mieczysław Czekalski — Barszcz Sosnowskiego — <i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden. — biologia i wartość użytkowa	567
Marek Gregorczyk — Rozkład temperatury efektywnej i ekwiwalentu termicznego wiatru na obszarze Antarktyki	577

DYSKUSJA I KRYTYKA

Bożydar Szabuniewicz — Przemijające teorie naukowe i rasowe szeregowanie ludzi	591
--	-----

RECENZJE

J. Stanisław Knypl — Cz. Tarkowski — Czynniki warunkujące produktywność roślin	599
Jan Kornaś — H. E. Street: Essays in Plant Taxonomy	602
Jan Michejda — P. J. Quinn — The Molecular Biology of Cell Membranes	603
Jan Michejda — R. Harrison i G. G. Lunt — Biological Membranes	604
Maria M. Jeżewska — P. W. Hochachka i G. N. Somero — Strategie adaptacji biochemicznych	606

KRONIKA NAUKOWA

Wojciech Lassociński — Czy w okresie karbonu zachodziła biologiczna akumulacja wanadu i niklu?; Bożydar Szabuniewicz — Rodzina szakala <i>Canis mesomelas</i> ; J. Stanisław Knypl — Mutanty <i>Rhizobium japonicum</i> z podwyższoną zdolnością wiązania azotu atmosferycznego w soi	609
---	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

Magdalena Fikus — Jubileusz 25-lecia Instytutu Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk	613
Bohdan Kiełczewski — Działalność Instytutu Biologii Stosowanej Akademii Rolniczej w Poznaniu	615

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

Barbara Ciesielska — Sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN	619
Włodzimierz Michałłow — Program „Człowiek i biosfera” (MaB) UNESCO w krajach socjalistycznych	620
Bogusław Zernicki — Sympozjum — Ośrodkowe mechanizmy instrumentalnych odruchów warunkowych	628

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.

Tylko prenumerata zapewnia
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Warunki prenumeraty

Cena prenumeraty krajowej

rocznie zł 90,—

półrocznie zł 45,—

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

- do 25 listopada na I półrocze roku następnego i na cały rok następny,
- do 10 czerwca na II półrocze roku bieżącego.

Jednostki gospodarki uspołecznionej, instytucje, organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW — w urzędach pocztowych.

Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych i u doręczycieli.

Prenumerata zagraniczna

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa-Książka-Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, ul. Towarowa 28, 00-958 Warszawa, konto PKO nr 1531-71 — w terminach podanych dla prenumeraty krajowej.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę jest droższa od prenumeraty krajowej o 50% dla zleceniodawców indywidualnych i o 100% dla zleceniodawców instytucji i zakładów pracy.

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

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

Indeks 36280

Kosmos, 5, 493 — 636, grudzień, Warszawa 1979