

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XIX

WARSZAWA 1970

ZESZYT 3(104)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XIX

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 3(104)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1970

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petrusiewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Lucyna Kuchcińska*

Adres redakcji: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki
(tel. 20-02-11, wewn. 20-74)

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1060 + 120 egz. Ark. wyd. 10,5 ark. druk. 8,25

Papier ilustr. kl. V, g. 70, 70 × 100

Oddano do składania 25.III.70. Podpisano do druku 1.VII.70.

Druk ukończono w lipcu 1970

Zam. 259

K-40

Cena zł 15.—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

MIĘDZYNARODOWY PROGRAM BIOLOGICZNY NA ŚWIECIE I W POLSCE

(Geneza i perspektywy)*

Międzynarodowy Program Biologiczny zaprezentowany został po raz pierwszy w 1964 r. na pierwszym zjeździe Zgromadzenia Ogólnego IBP w Paryżu. Projekt podjęcia programu zrodził się w ICSU (Międzynarodowej Radzie Unii Naukowych) o kilka lat wcześniej. Prace wstępne nad wytypowaniem i przygotowaniem programu trwały już od 1959 r. Jest bardzo charakterystyczne, że w grupie biologów powołanej do ustalenia programu większość stanowili genetycy i fizjologowie — wśród pierwszych organizatorów byli między innymi: Waddington, Stebbins, Montalenti, Baer i Florkin. Mimo to, ta grupa ludzi za najważniejszy problem do badań na skalę światową uznała badania typu ekologicznego — nad produktywnością biologiczną.

Jakie były motywy podjęcia tego właśnie problemu?

Obecnie są dwie główne drogi rozwoju biologii na świecie: badania procesów zachodzących w organizmie — z biologią molekularną włącznie oraz badania procesów życia osobników w naturze — głównie należy tu ekologia.

Po pierwsze — uznano, że biologia molekularna rozwija się na świecie bardzo żywiłowo, problemowe natomiast badania terenowe rozwijają się wolniej, trzeba więc je stymulować.

Po drugie — badania eksperymentalne biologii molekularnej prowadzi się w laboratoriach, a więc jest dość obojętne, w jakim miejscu ziemi się odbywają. Badania terenowe, aby ich wyniki miały wartość ogólną, muszą być oparte na sieci punktów rozmieszczonych w różnych warunkach środowiskowych i geograficznych.

Po trzecie — uznano, że we współczesnym świecie, wobec rosnącego zapotrzebowania pokarmowego ludzkości, najbardziej potrzebne są badania ekologiczne — badania produktywności biologicznej. Rozumiano pod tym pojęciem wszelkie procesy związane z produkcją materii organicznej, a więc procesy wiązania energii — fotosyntezę i rozpraszania jej w procesach oddychania roślin i zwierząt, a także kolejne fazy przekształcania energii w procesach odżywiania się organizmów. Główną badaną jednostką miały być ekosystemy.

Zasadniczym celem postawionym przez Międzynarodowy Program Biologiczny jest więc badanie produkcji biologicznej we wszelkich najbardziej typowych środowiskach — łądu, zbiorników śródlądowych i mórz

* Referat wygłoszony na sesji plenarnej Wydziału Nauk Biologicznych PAN poświęconej omówieniu działalności Polskiego Komitetu Międzynarodowego Programu Biologicznego (11 grudnia 1969 r.).

oraz badanie przystosowawczości populacji człowieka do zmieniających się warunków.

Badania nad tym szeroko ujętym problemem prowadzone są w siedmiu sekcjach. Trzy z nich obejmują badania produktywności na lądzie, w wodach słodkich i morzach, czwarta — sekcja procesów produkcji — bada fotosyntezę i wiązanie azotu w glebie. Pracuje innymi metodami niż wymienione poprzednio. Piąta to sekcja ochrony przyrody, szоста — sekcja przystosowawczości człowieka. Siódma sekcja nie istnieje w Polsce i przeciw powoływaniu jej protestowało szereg krajów, między innymi Polska. Jest to sekcja użytkowania i gospodarowania zasobami przyrody. Uważaliśmy, że w każdej sekcji rozpatrującej zagadnienia produkcji powinny być zawarte także elementy gospodarowania i użytkowania tej produkcji, nie należy więc tworzyć po to nowej jednostki organizacyjnej.

Zadaniem wszystkich sekcji jest koordynowanie badań w danym zakresie prowadzonych na świecie, utrzymywanie kontaktów między współpracującymi ośrodkami naukowymi, dostarczanie informacji o prowadzonych pracach, organizowanie sympozjów itp. Poszczególne komitety narodowe organizują analogiczne sekcje, pełniące podobną rolę w obrębie poszczególnych krajów.

Wymienione sekcje szybko rozpadły się na grupy robocze i głównie w obrębie tych grup odbywa się właściwa koordynacja badań. Na przykład w Sekcji ekosystemów lądowych powstały 4 grupy robocze, koordynujące badania ekosystemów — leśnych, trawiastych, tundr oraz obszarów pustynnych i półpustynnych. Są też grupy robocze koordynujące badania nad populacjami. Powstała grupa robocza — „Drobne Ssaki”, grupa prowadząca badania wielkich ssaków trawożernych oraz grupa prowadząca badania ptaków ziarnojadów.

Międzynarodowy Program Biologiczny działa poprzez komitety narodowe. Pierwsza faza programu, trwająca od 1964 do 1968 roku, przeznaczona była we wszystkich krajach na opracowanie programów i przygotowanie metodyki badań. Druga faza, lata 1968—1972, poświęcona jest właściwym badaniom i opracowaniom wyników.

Do chwili obecnej partycypuje w programie około 80 krajów. Zgłoszono 2000 tematów badawczych, które grupują się w 83 problemach. Spis tematów każdej sekcji został ogłoszony drukiem (IBP — News, nr 13—20). Programy badawcze wielu krajów, w tym także program Polski, wydane zostały w formie broszurowej i rozesłane do wszystkich krajów uczestniczących.

Obecnie kilka słów o sprawach organizacji Międzynarodowego Programu Biologicznego. Organem zwierzchnim Programu jest Zgromadzenie Ogólne delegatów krajowych komitetów. Co dwa lata odbywa się Zjazd delegatów, na którym powołuje się na następne dwa lata Specjalny Komitet MPB (SCIBP). Komitet ten jest nadrzędną jednostką koordynującą i stymulującą prace Programu. Komitet ten składa się z: przewodniczącego, 5 wiceprzewodniczących, 7 konwenorów poszczególnych sekcji, kilku przedstawicieli międzynarodowych towarzystw naukowych zainteresowanych w IBP oraz kilku przedstawicieli z wyboru.

Budżet Międzynarodowego Programu Biologicznego opiera się w dużym stopniu na składkach członkowskich poszczególnych państw uczestniczących, a poza tym na dotacjach UNESCO i IUBS. Niektóre sekcje finansowane są z innych źródeł, np. Sekcja Ochrony Przyrody z Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody, Sekcja Przystosowawczości Człowieka

otrzymuje wiele pieniędzy z WHO itd. Badania odbywają się na koszt poszczególnych krajów.

Od początku aż do dnia dzisiejszego ścierały się w Międzynarodowym Programie Biologicznym dwie przeciwstawne tendencje: jedna — aby zmienić MPB w rejestrację tego, co kraje robiły dotychczas, aby wszelkie biologiczne badania terenowe, jakie prowadzono zaliczyć do MPB. Głównym rzecznikiem tej tendencji były Stany Zjednoczone. Druga tendencja zmierzała do stworzenia ścisłego programu badań o określonym zakresie. Głównymi obrońcami tej drugiej tendencji byli przedstawiciele: Kanady, Finlandii, Holandii, Szwecji, Belgii i Polski. W rezultacie powstało coś pośredniego. Niektóre kraje włączyły do badań MPB zarówno ekosystemy, jak i systematykę, inne zrobiły rzeczywiście program docelowych badań.

Kilka słów dotyczących próby oceny Międzynarodowego Programu Biologicznego. Wydaje się, że MPB miał i ma duże osiągnięcia i w skali międzynarodowej, i w wielu poszczególnych krajach.

Pierwszy raz powstała rzeczywiście międzynarodowa sieć współpracujących placówek biologicznych. Dawniej istniały towarzystwa, pracujące od zjazdu do zjazdu i ich główną działalnością było organizowanie zjazdów co parę lat. MPB stworzył organizację pracującą niemal na co dzień.

Po drugie, MPB daje możliwość i okazję do licznych zebrań roboczych — nie zjazdów, lecz zebrań specjalistów z różnych krajów dla omówienia określonej grupy zagadnień. W ciągu ostatniego roku odbywały się sympozja produktywności ekosystemów leśnych w Brukseli, produktywności ekosystemów trawiastych — w Saskatoon, w Kanadzie, sympozjum modeli i metod analizy systemów fotosyntetyzujących — w Trzeboni w Czechosłowacji, produktywności i ochrony obszarów koła polarnego — w Kanadzie i szereg innych. Tego rodzaju zebrań było co roku kilkanaście.

Po trzecie — nastąpiło nasilenie roboczych kontaktów międzynarodowych. Doszłoby do tego, być może, i bez udziału MPB, ale MPB stymulował wiele kontaktów. Podjęto szereg wspólnych badań. Powstała na przykład umowa polsko-bułgarska dotycząca zbadania produktywności pastwisk, umowa polsko-litewska dotycząca badań tą samą metodą produktywności gryzoni. Współpracujemy ze Szwecją, Finlandią i Norwegią oraz z innymi krajami. MPB umożliwił wykonywanie konkretnych badań przez dwa lub więcej krajów. Jeszcze ważniejsza wydaje się współpraca szeregu ośrodków w tym samym kraju, która się bardzo nasiliła. Na przykład w badaniach ekosystemów leśnych podjętych przez ośrodek krakowski uczestniczy 5 zakładów, z których każdy opracowuje inny fragment tego samego zagadnienia; podobnie w prowadzonych przez Zakład Ekologii badaniach łąk uczestniczą 4 zakłady wyższych uczelni. Taka współpraca daje możliwość lepszego wykorzystania specjalizacji i aparatury różnych ośrodków.

Po czwarte — wydaje się, poważnym osiągnięciem to, że MPB wyniósł wysoko i ustawił w centrum zainteresowań badania produktywności biologicznej — nie tylko struktury, ale i funkcji układów ekologicznych. Wytypowanie produktywności biologicznej jako jednego z dwu naczelnnych haseł MPB okazało się trafne i bardzo płodne oraz określiło najbardziej współczesny kierunek rozwoju ekologii i biologii terenowej. Pociągnęło to za sobą przestawienie się szeregu centrów badawczych na badania produktywności. Zmiany te wystąpiły silniej w badaniach lądowych niż

w wodnych, gdyż te ostatnie były już bardziej zaawansowane. Pierwsze prace dotyczące produktywności biologicznej lądowej właściwie związane są z MPB. Natomiast badania produktywności w wodzie sięgają lat trzydziestych.

Po piąte — jednym z sukcesów MPB jest wprowadzenie wspólnej metodyki badań w różnych tematach, dzięki czemu osiągnięto porównywalność wyników. W zasadzie określono i zdefiniowano ważniejsze pojęcia i terminy z zakresu produktywności biologicznej. Są wprowadzić ludzie, którzy się nie godzą na ich przyjęcie, lecz w zasadzie dokonano ujednolicenia terminologii.

Po szóste — dużym osiągnięciem MPB jest wydawana seria podręczników, głównie z zakresu metodyki i metodologii podstawowych kierunków badań. Do dnia dzisiejszego ukazało się 12 podręczników, 13 i 14 są już w druku, przygotowuje się szereg następnych.

Ostatni moment, który pragnąłbym poruszyć to jest wkład i udział Polski w Międzynarodowym Programie Biologicznym. Przykładem niech tu będzie fakt, że Polsce, a ściślej Zakładowi Ekologii, powierzono koordynowanie badań nad drobnymi ssakami w skali międzynarodowej i koordynowanie badań dotyczących ptaków ziarnojadów w tej samej skali. Jedna z pięciu osób międzynarodowej grupy roboczej, koordynującej badania ekosystemów trawiastych, jest również z Polski. Prócz tego Polacy wchodzi w skład zarządu międzynarodowej Sekcji Ekosystemów Słodkowodnych i Sekcji Ochrony Ekosystemów, a także w skład zarządu grupy badania owadów socjalnych. Również stanowisko wiceprezesa IBP powierzono przedstawicielowi Polski. Zważył na tym ten duży wkład pracy polskiej w organizację programu. Jesteśmy jednym z krajów, które najwcześniej podjęły badania z tego zakresu i który ma dziś największe rezultaty konkretne, tj. znacznie większą ilość publikacji z zakresu MPB niż inne kraje. Liczba naszych publikacji przekracza już 170.

Jednym z bardzo dużych osiągnięć polskich, a osobiście doc. R. Klewskiego i dr W. Grodzińskiego, było zorganizowanie międzynarodowego kursu bioenergetyki. Wzięli w nim udział przedstawiciele 14 krajów. Kandydatów na ten kurs było znacznie więcej niż miejsc. Dowodzi to dużego zainteresowania przedmiotem. Pod względem zaawansowania badań w dziedzinie bioenergetyki organizmów wodnych i kręgowców Polska przoduje na całym świecie.

Warto wspomnieć także o tym, że spośród kilkunastu wydanych podręczników IBP, dwa zostały przygotowane przez Polaków.

Przejdę teraz do omówienia perspektyw MPB. Międzynarodowy Program Biologiczny kończy się w 1972 roku. W roku 1968 w MPB przewijały się dwie tendencje: jedna — do przedłużenia działalności MPB na kilka lat — mocno za tym występują Stany Zjednoczone i Kanada; druga tendencja — żeby nie przedłużać działalności MPB, a włączyć wiele z prowadzonych badań do tworzonego i akceptowanego obecnie programu badawczego Organizacji Narodów Zjednoczonych pod tytułem „Człowiek a Biosfera” (MAB). Projekt podjęcia takiego programu powstał w 1967 r. W roku 1967 odbyła się konferencja w Paryżu poświęcona biosferze i tam zdecydowano opracować problem wpływu człowieka na biosferę i wpływu biosfery na człowieka. We wrześniu i w październiku 1969 r. UNESCO zaprosiło do opracowania programu około 70 naukowców z szeregu krajów, specjalistów z różnych dziedzin. W rezultacie 12-dniowej pracy zostało zaprojektowanych około 70 programów badawczych; jest to mate-

riał, z którego UNESCO będzie mogło stworzyć międzynarodowy Program „Człowiek a Biosfera”. W tych 70 programach uwzględniono 5 kierunków: 1. Struktura a funkcja ekosystemu — jest to kontynuacją badań MPB; 2. Badanie zmian zachodzących w atmosferze, jak np. zmian ilości O_2 i CO_2 . Chodzi o to, by założyć sieć stacji w zasięgu kuli ziemskiej i notować zmiany zachodzące w atmosferze; 3. Szeroko pojęta ochrona przyrody, tworzenie rezerwatów, sposoby zachowania i ich wykorzystania; 4. Czwarty kierunek wiąże się częściowo z drugim — dotyczy stałej kontroli zmienności gleby, atmosfery i wody; 5. Kwestie socjalne, upowszechnianie wiedzy, programy szkół średnich i wyższych itp. Program „Człowiek a Biosfera” ma rozpocząć się w 1972 r., gdy MPB zakończy działalność. Te dwa lata będą poświęcone ostatecznemu opracowaniu programu. W roku 1972 właściwy program ma być przedstawiony na Walnym Zgromadzeniu ONZ. Kraje, które go zaakceptują, włączą się do badań. Jest więc w tej chwili tendencja, żeby nie przedłużać MPB, ale raczej nie doprowadzać do stanu takiego, że równolegle działałby MPB i Program „Człowiek a Biosfera”, bo nastąpi konkurencja zarówno o ludzi jak i o finanse. Badania, które rozpoczęto w MPB, badania produktywności i ochrony przyrody, powinny się znaleźć w programie „Człowiek a Biosfera”, a badania, które tutaj nie będą pasowały, przejmą inne agendy międzynarodowe jak np. przystosowawczość człowieka przeszłaby do Międzynarodowej Organizacji Zdrowia. Tak więc jednak w 1972 r. MPB zakończy swą działalność, a badania przejmie nowy program.

SPRAWOZDANIA Z PRAC SEKCJI POLSKIEGO KOMITETU MIĘDZYNARODOWEGO PROGRAMU BIOLOGICZNEGO*

ANNA MEDWECKA-KORNAŚ

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI GRUPY PRODUKCJI PIERWOTNEJ SEKCJI PT

Grupa produkcji pierwotnej zajmowała się badaniem roli roślinności w ekosystemach lądowych. Chodziło nie tylko o określenie ilości biomasy, wytwarzanej w różnych fitocenozach, lecz także o bliższe poznanie procesów, jakie temu towarzyszą, zwłaszcza przepływu energii i mineralizacji martwych szczątków roślin. Z założenia dużo uwagi poświęcono zagadnieniom autekologicznym. Badania starano się prowadzić zespołowo, opracowując tematy botaniczne w nawiązaniu do studiów siedliska i roli zwierząt, zgodnie z założeniami Międzynarodowego Programu Biologicznego (Medwecka-Kornaś 1965, 1967).

W pracach grupy produkcji pierwotnej wzięło udział szereg placówek: Pracownia Ekologii Roślin Zakładu Ekologii PAN w Warszawie, Stacja Agroekologii PAN w Turwi, Zakład Ochrony Przyrody PAN w Krakowie — przy współpracy Katedry Zoologii WSP, Katedry Mikrobiologii Rolniczej WSR i innych placówek, jak Zakład Fizjologii Roślin PAN w Krakowie, Katedra Systematyki i Geografii Roślin UJ i Zakład Ewolucjonizmu UJ (mających też własny program badań w omawianym zakresie), dalej kilka katedr i zakładów Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie (Katedra Gleboznawstwa, Katedra Systematyki i Geografii Roślin, a zwłaszcza jej Zakład Ekologii Roślin, Zakład Metabolizmu Roślin i Zakład Ogrodu Botanicznego), a także Stacja Geobotaniczna Uniwersytetu Warszawskiego w Białowieży, Zakład Ekologii Roślin Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu i Instytut Badawczy Leśnictwa w Warszawie. Bliższe dane na ten temat podają plany Polskiego Komitetu MPB (Polish contributions... 1968) i sprawozdania za lata 1967—1968 (Progress report... 1969). Wytworzyło się więc kilka ośrodków badań, którymi objęto ekosystemy trawiaste, polne i leśne.

Już w okresie przygotowawczym MPB, czyli w latach 1964 i 1965 wykonano kilka opracowań indywidualnych i zespołowych, jak studia w Puszczy Kampinoskiej (T. Traczyk 1967, 1968 a, b) i w Ojcowskim Parku Narodowym (R. Rajchel 1965, A. Medwecka-Kornaś red. 1967) oraz na łąkach w dolinie Wieprza (T. Baszyński, K. Izdebski, J. Malicki, S. Uziak 1968); pomogło to rozwinąć szersze prace w okresie definitywnym 1967—1971. Od początku dążono do sprecyzowania metodyki oceny produkcji pierwotnej, o tyle trudnej, że podobnych badań botanicznych nie było przedtem w Polsce. W związku z tym zorganizowano dwie narady robocze w Krakowie; referaty drugiej z nich powielono (Contributions... 1968).

Badania produkcji pierwotnej ekosystemów trawiastych objęły wil-

* Omówienia prac Sekcji Produktyności Morza i Grupy roboczej badającej drobne ssaki ukazały się w poprzednich numerach Kosmosu A, nie zostały więc tutaj zamieszczone (Kosmos A, z. 5 (100), 1969, 569—572; Kosmos A, z. 2 (103), 1970). Spis Sekcji umieszczono w dodatku — str. 252 i 253.

gotne łąki w Puszczy Kampinoskiej, wilgotną łąkę i bagieny zespół turzycowy koło Sobieszyna nad Wieprzem, świeże łąki w Ojcowskim Parku Narodowym, murawy kserotermiczne w Ojcowie i w rezerwacie Skowronko koło Pińczowa, a ostatnio także łąkę i zespoły szuwarowe w Puszczy Niepołomickiej, łąki intensywnie zagospodarowane koło Kazunia nad Wisłą i pastwiska górskie koło Szczawnicy. Część tych prac jest już ogłoszona drukiem (T. Traczyk 1968, T. Baszyński i współpracownicy l.c., K. Janowska — por. A. Medwecka-Kornaś 1967, E. Baradziej 1969).

Dane o łąkach koło Sobieszyna przynoszą ocenę i analizę plonu pokosu, opis warunków siedliskowych i charakterystykę mikroflory bakteryjnej w glebie. Pozostałe badania zmierzają do poznania całokształtu produkcji roślinnej, z uwzględnieniem jej części nie pozyskiwanej przez człowieka. W badaniach łąki świeżej *Arrhenatheretum elatioris* w Ojcowie okazało się przy tym, że plon zbierany w dwóch pokosach stanowi tylko nieco więcej niż połowę produkcji części nadziemnych, ocenionej metodą Wiegerta i Evansa (A. Łomnicki, E. Bandała, J. Jankowska 1968), w której uwzględnia się wytwarzaną i obumierającą w ciągu roku materię organiczną. Produkcja części nadziemnych takiej łąki świeżej (koszonej) jest stosunkowo wysoka: w Kazuniu nad Wisłą i w Ojcowie oceniono ją na 6700 do 7000 kg s.m./ha/rok. Równocześnie jest to wartość niewiele większa od tej, jaką osiąga produkcja organów podziemnych. W murawach kserotermicznych natomiast produkcja części nadziemnych jest mniejsza niż na żyznych łąkach, a produkcja części podziemnych znacznie większa. W *Origano-Brachypodietum* w Ojcowskim Parku Narodowym produkcję systemów korzeniowych określono na 13 670 kg s.m./ha/rok (Kotańska 1967 i w druku). Poszczególne gatunki łąkowe mają naturalnie różne przyrosty i rytmykę rozwoju, co starano się wyjaśnić badaniami intensywności fotosyntezy (Czopek 1967). Interesujące zmiany ilościowe i jakościowe stwierdzono w darni łąki pod wpływem niekoszenia; gwałtowna akumulacja martwych szczątków następowała tu głównie w pierwszym roku. Inne zagadnienia związane z produkcją pierwotną łąk (zwłaszcza wpływ na nie fitofagów) omawia w swym sprawozdaniu dr Brey Meyer.

Badania ekosystemów polnych prowadzono przede wszystkim w Turwi. Ich część botaniczna dotyczyła produkcji żyta, a także ziemniaków, oraz niektórych zagadnień ich bilansu wodnego (M. Herbach, P. Trojan 1968 w „Contributions...”). W nawiązaniu do tych prac prowadzono studia dotyczące roli niektórych zwierzęcych składników ekosystemów w przepływie energii. W osobnym programie, rozwijanym w Zakładzie Ekologii PAN w Warszawie na temat ptaków — ziarnojadów, oznaczano produkcję nasion i owoców w zespołach polnych (J. Pinowski, Z. Wójcik 1968).

Badania produkcji pierwotnej ekosystemów leśnych dotyczyły dotychczas buczyny w Ojcowskim Parku Narodowym (S. Myczkowski, R. Kaźmierczakowa — por. A. Medwecka-Kornaś 1967) i na Roztoczu, grądów w Puszczy Niepołomickiej (J. Dziewolski rkp.), na Wyżynie Małopolskiej koło Książa, w Wielkopolskim Parku Narodowym, w Białowieży (K. Fałńska 1968, 1969 a, b) i w Puszczy Kampinoskiej, a także borów sosnowych i olesów w Puszczy Kampinoskiej (T. Traczyk 1967 a, b) oraz ciepłej dąbrowy na Wyżynie Małopolskiej. Ze względu na liczne trudności techniczne prace te nie wszędzie mogły być jednakowo rozwinięte, przyniosły jednak szereg bardzo interesujących wyników. I tak na przykład porównano w analogicznych i równoczesnych badaniach produkcję runa

buczyny i boru mieszanego, a także grądu i ciepłej dąbrowy (Rajchel 1964, Kaźmierczakowa rkp.). Obecnie bada się porównawczo (J. Banasik, D. Tumidajowicz) produkcję runa w kilku postaciach grądu Puszczy Niepołomickiej, gdzie stwierdzono rozpiętość od około 300 kg s.m./ha/rok w płacie z *Ficaria verna*, do 1361 kg s.m./ha/rok w płacie z *Carex brizoides*. Dzięki metodzie uproszczonej, wprowadzonej przez T. Traczyka (1967) wykonano w ośrodku warszawskim większą serię podobnych badań.

Tak pracowano również w ośrodkach lubelskim (K. Izdebski) i poznańskim (T. Krotoska). Wyniki są w tym przypadku niższe od uwzględniających obumieranie i rozkład materii w ciągu roku, być może jednak da się tu określić współczynnik do przeliczenia.

Ocena produkcji krzewów, a zwłaszcza drzew jest o wiele trudniejsza. W badaniach polskich produkcję drewna i kory określa się z pomiarów przyrostów pnia, rozmiarów drzew i obliczeń dendrometrycznych, a produkcję liści lub całej opadającej ściółki przy użyciu specjalnych chwytaczy (Andrzejewski 1968). Artykuł metodyczny na temat badań nad ściółką, opracowany u nas, przesłany został do podręcznika, jaki ma się ukazać w serii IBP Handbooks.

Stopień dokładności przy badaniach leśnych nie jest jednakowy. Mamy na przykład szczegółowe studia produkcji owoców i nasion w różnych zespołach leśnych (Falińska l.c.), a brak zupełnie danych o produkcji systemów korzeniowych drzew.

Coraz więcej uwagi zaczyna się poświęcać akumulacji masy roślinnej i energii w ściółce oraz procesom mineralizacji (M. Karkanis w „Contributions...” 1968) i roli przy tym mikroorganizmów — reducentów. Badania mikrobiologiczne (jako część innych studiów ekosystemów) prowadzono w ośrodkach: warszawskim (H. Jakubczyk 1968), krakowskim (B. Smyk) i lubelskim (J. Malicki), badania zawartości składników mineralnych w roślinach i w glebie — w Krakowie (B. Rams) i w Lublinie (T. Bazyński).

Pod wpływem masowych pojawów konsumentów, np. gradacji owadów — szkodników leśnych, następują zaburzenia w produkcji pierwotnej. Takie zjawiska stwierdzono w ekosystemie grądu w Ispinie, który był badany szczególnie wszechstronnie. Opracowano już wstępny model tego ekosystemu obrazujący przepływ energii przez niektóre jego ogniwa. Okazało się przy tym np., że produkcja runa jest w badanym lesie około 20 razy mniejsza niż produkcja drzew, a przepływ energii przez populację zwójki znacznie większy niż przez populację drobnych gryzoni. Wartość modelu polega jednak przede wszystkim na tym, że daje on obraz syntetyczny, łączy szereg szczegółowych badań w jedną całość i nasuwa wiele nowych koncepcji co do potrzebnych kierunków dalszych prac.

Współpraca polskiej grupy badań produkcji pierwotnej z zagranicą układała się pomyślnie, zwłaszcza w pierwszych okresach działalności. Przewodnicząca grupy brała udział w konferencji przygotowawczej Programu, zorganizowanej przez Międzynarodową Unię Nauk Biologicznych (Bruksela 1963), w symposium UNESCO/IBP na temat produkcji pierwotnej (Kopenhaga 1965), w jednym z plenarnych zebrań IBP (Paryż 1966), w symposium IBP na temat ekologii gleby (z przedstawieniem referatu — Paryż 1967) i w Konferencji Biosfery UNESCO (Paryż 1968). Niestety,

nie udało się wysłać delegata na symposium dotyczące ekosystemów leśnych, jakie odbyło się w Brukseli w 1969 r.

Prace polskie omawiające produkcję pierwotną wzbudziły duże zainteresowanie za granicą — szereg osób przyjeżdżało specjalnie, by się z nimi zaznajomić. Sam Zakład Ochrony Przyrody gościł ponad 60 osób z Europy i spoza Europy, które zwiedzały powierzchnie badawcze i dyskutowały metodykę tych prac. Zaczęto wspólne badania z krajami socjalistycznymi — do pierwszych należą studia produktywności pierwotnej (i innych zagadnień omówionych w sprawozdaniach dalszych grup), podjęte przez Zakład Ekologii PAN w ramach współpracy z Bułgarską Akademią Nauk.

Badania w zakresie produkcji pierwotnej podjęło w sumie około 30 krajów — zgłoszone przez nie ogromnie liczne tematy zestawione są w IBP News No 13 (1969). Polska znalazła się w tej części programu na bardzo dobrym miejscu. Uzyskaliśmy je w dużej mierze dzięki pracom w ośrodku krakowskim, prowadzonym przez Zakład Ochrony Przyrody PAN. Wytworzył się tu zespół badawczy, rozwijający szczególnie studia siedliska i produkcji pierwotnej. Prace te, tak ważne z punktu widzenia współczesnej ochrony przyrody wymagają kontynuacji i dalszego rozwoju choćby ze względu na fakt, że Międzynarodowy Program Biologiczny nie dobiegł jeszcze końca, a jego tematyka ma być przejęta przez następny program międzynarodowy „Człowiek i Biosfera”, przygotowywany obecnie przez UNESCO i inne organizacje.

LITERATURA

- [1] Andrzejewski R., Borowski S., Olszewski J. — *Powierzchnia chwytacza opadu organicznego dla lasu liściastego*, Sylwan, 112, 8: 55—58, 1968.
- [2] Baradziej E. — *Znikanie martwych szczątków roślinnych oraz zimowanie gatunków w murawie kserotermicznej Origano-Brachypodietum w Ojcowskim Parku Narodowym* — *The disappearance of dead plant material and the wintering of plant species in the Origano-Brachypodietum xerothermic grassland of the Ojców National Park*, Fragm. Flor. Geobot., 15, 4: 470—485, 1969.
- [3] Baszyński T., Izdebski K., Malicki J., Uziak S. — *Wstępne badania nad produktywnością wybranych ekosystemów łkowych w okolicy Sobieszyna nad Wieprzem*, Annales UMCS, Sec. C, 23, 7: 67—97, 1968.
- [4] *Contributions from the meeting on primary productivity*, Kraków — April 1967. 1968 Working Group on Productivity — PT Section. The Nature Conservation Research Centre PNAS. Kraków, str. 90.
- [5] Czopek M. — *Ecophysiological studies on photosynthesis and respiration of some plant species in a meadow ecosystem. Part I.*, Acta Soc. Bot. Pol., 36, 1: 73—86, 1967.
- [6] Falińska K. — *Preliminary studies on seed production in the herb layer of the Querco-Carpinetum association*, Ekol. Pol. A, 16, 19: 395—409, 1968.
- [7] Falińska K. — *Produkcja nasion wybranych gatunków runa różnych postaci grądu (Querco-Carpinetum) w Białowieskim Parku Narodowym*, Acta Soc. Bot. Pol., 38, 1: 195—203, 1969 a.
- [8] Falińska K. — *Zmienność wartości kalorycznej nasion gatunków grądowych (Querco-Carpinetum) w Białowieskim Parku Narodowym*, Acta Soc. Bot. Pol., 38, 3: 425—436, 1969 b.
- [9] Jakubczyk H. — *Mikroorganizmy jako ogniwo troficzne w ekosystemie i ich rola w retencji*, Ekol. Pol. B, 14: 325, 1968.

- [10] Kotańska M. — *Terenowe metody badania organów podziemnych roślin*, Ekol. Pol. B, 13: 249—264, 1967 a.
- [11] Kotańska M. — *Biomass dynamics of underground plant organs in some grassland communities of the Ojców National Park*, Bull. Acad. Pol. Sc. Cl. II, 15, 10: 625—631, 1967.
- [12] Kotańska M. — *Morfologia i biomasa organów podziemnych roślin w zbiorowiskach łąkowych Ojcowskiego Parku Narodowego*, Studia Naturae A, 4 (w druku).
- [13] Łomnicki A., Bandoła E., Jankowska K. — *Modification of the Wiegert — Evans method for estimation of net primary production*, Ecology, 49, 1: 147—149, 1968.
- [14] Medwecka-Kornaś A. — *Zagadnienia botaniczne w Międzynarodowym Programie Biologicznym*, Wiad. Bot., 9, 1: 3—13, Kraków, 1965.
- [15] Medwecka-Kornaś A. (red.) — *Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym*, Studia Naturae A, 1: 213, 1967.
- [16] Pinowski J., Wójcik Z. — *Produkcja chwastów na polach i stopień wyżerania ich nasion przez wróble (Passer montanus)*, Ekol. Pol. B, 14: 291—301, 1968.
- [17] *Polish contribution to definite phase of the International Biological Programme*. Revised edition. Warszawa, 82 ss. 1968.
- [18] *Progress report 1967—1968 of Polish National Committee for International Biological Programme*. Warszawa, 93 ss. 1969.
- [19] Rajchel R. — *Produktywność pierwotna netto runa w dwóch zespołach leśnych Ojcowskiego Parku Narodowego*, Fragm. Flor. Geobot., 11: 121—150, 1965.
- [20] Section PT: *Productivity Terrestrial*, IBP News, No 13. Published by Special Committee for the IBP, London, 54 ss., 1969.
- [21] Traczyk T. — *Propozycja nowego sposobu oceny produkcji runa (A proposed new way of estimating the production of the forest herb layer)* — Ekol. Pol. B, 13: 241—247, 1967.
- [22] Traczyk T. — *Studies on herb layer production estimate and the size of plant fall*, Ekol. Pol. A, 15, 47: 837—867, 1967.
- [23] Traczyk T. — *Studies on the primary production in meadow community*, Ekol. Pol. A, 16, 2: 59—100, 1968.
- [24] Traczyk T. — *Zasobność siedlisk a produkcja runa leśnego*, Ekol. Pol. B, 14, 4: 321—324, 1968.

ANNA MEDWECKA-KORNAŚ

SPRAWOZDANIE ZE WSPÓŁPRACY Z SEKCJĄ OCHRONY EKOSYSTEMÓW

W Polsce istniała dotychczas ścisła współpraca z Międzynarodową Sekcją Ochrony Ekosystemów IBP (Conservancy of terrestrial communities) dzięki temu, że prof. dr Anna Medwecka-Kornaś, jako członek zarządu sekcji, a zarazem kierownik Zakładu Ochrony Przyrody w latach 1963—1969, uczestniczyła w większości prac tej sekcji.

Specjalnie dla Międzynarodowego Programu Biologicznego podjęte zostało opracowanie trzech tematów. Zostały one zaakceptowane przez Pol-

ski Komitet MPB i Międzynarodowy Komitet Sekcji CT IBP i ogłoszone w IBP News No 16 (1969). Są to następujące tematy:

1. „Wykorzystanie ekologicznych studiów produkcji ekosystemów do celów ochrony przyrody”. Badania dotyczące procesów produkcji, jakie zachodzą w różnych ekosystemach, podjęło w Polsce kilka ośrodków (por. sprawozdanie Sekcji PT str. 239—242). Dają one możliwość wysunięcia nowych koncepcji teoretycznych i wniosków praktycznych, mających zasadnicze znaczenie dla ochrony przyrody. Zagadnienie to starano się rozwijać w Zakładzie Ochrony Przyrody PAN w oparciu o własne badania i interpretację innych wyników. Badaniami objęto np. murawy ksero-termiczne rezerwatu Skowronno koło Pińczowa — w wyniku otrzymano m.in. interesujące dane co do trwałości tych zbiorowisk, ważne dla ich ochrony. W innych pracach, przeprowadzonych w Ojcowskim Parku Narodowym, uzyskano informacje o zmianach zachodzących w ciągu kilku lat w ekosystemie łąki niekoszonej, co ma bezpośrednie znaczenie dla utrzymania walorów krajobrazu na tym terenie. W badaniach ekosystemów leśnych w Puszczy Niepołomickiej materiały zbierano porównawczo w lesie zagospodarowanym i w rezerwacie. Przeprowadzono przy tym np. dokładne studia populacji ptaków chronionych, wskazując na wielkość ich arealów życiowych i wydajność lęgów gatunków, gnieźdzących się w dziuplach i skrzynkach. Prowadzono też studia biologii i patologii szkodników żyjących w koronach drzew (przede wszystkim zwójki zieloneczki) pod kątem widzenia możliwości ich ograniczania bez użycia środków chemicznych. Temat był więc realizowaniem powszechnie dziś uznawanych poglądów co do potrzeby oparcia ochrony przyrody na dokładnym rozeznaniu ekologicznym, a ochrony zasobów świata żywego — na ilościowych ocenach ich stanu i zdolności produkcyjnych w ekosystemach.

2. „Kompletowanie opisów terenów chronionych”. W przygotowaniu treści kwestionariuszy dla opisu obszarów specjalnie cennych pod względem przyrodniczym tzw. „Obszarów IBP” (obejmują istniejące już rezerwaty i obiekty zasługujące na ochronę) brała czynny udział Anna Medwecka-Kornaś. Dane takie, zebrane w skali światowej, mają być po zakończeniu MPB przekazane Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody i Jej Zasobów, a prawdopodobnie i przyszłemu programowi „Człowiek i Biosfera”. Tekst formularzy angielskich (Check Sheets) przetłumaczono u nas na język polski i wydrukowano. Skompletowano dotychczas opisy 60 rezerwatów (głównie dr Denisiuk z Zakładu Ochrony Przyrody PAN). Prace te trzeba rozwijać dalej, przy współpracy możliwie licznych osób i ośrodków.

W związku z działalnością podjętą w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego, a zmierzającą do ochrony zbiorników wodnych (project Aqua), skompletowano (B. Szczesny — Zakład Ochrony Przyrody PAN) listę i opisy obiektów w Polsce szczególnie godnych zabezpieczenia. Materiały te zostały opublikowane w międzynarodowym spisie zbiorników wymagających ochrony (H. Luther, J. Rzöska 1969).

3. „Przeprowadzenie naukowej oceny sieci rezerwatów przyrody i wysunięcie postulatów jej dalszego rozwoju w Polsce”. Ważnym krokiem naprzód w obrębie tego tematu było opublikowanie mapy parków narodowych i rezerwatów w Polsce, opracowanej w Zakładzie Ochrony Przyrody PAN (Z. Alexandrowicz, M. Drzał i A. Medwecka-Kornaś), a wydanej staraniem Państwowego Przedsiębiorstwa Wydawnictw Kartograficz-

nych. Mapa w skali 1 : 1 000 000 jest wielobarwna, zawiera polski i angielski tekst objaśniający. Równocześnie kompletuje się w Zakładzie bibliografii terenów chronionych. Materiały te i dane z omawianych powyżej ankiet mają posłużyć, zgodnie z tematem, do syntetycznego szerszego opracowania rezerwatów Polski.

Spośród szeregu narad roboczych i otwartych konferencji Międzynarodowego Komitetu Sekcji CT prof. dr Anna Medwecka-Kornaś brała udział w konferencji w Waszyngtonie (1965), wygłaszając referat o niektórych zagadnieniach ochrony przyrody w Polsce, w posiedzeniu Sekcji CT, zorganizowanym w stacji ochrony przyrody w Monks Wood w Anglii (1966 — również z referatem), w kilkunastu posiedzeniach w krajach Ameryki Łacińskiej (1967) i w naradzie w Monks Wood (1968). W sympozjum na temat ochrony błot i torfowisk (project Telma), jakie odbyło się w 1967 r. w Anglii, uczestniczył prof. dr M. Jasnowski.

LITERATURA

- [1] IBP News. 1969. No 16, Section CT: Conservation terrestrial. Published by Special Committee for the IBP, London, 26 pp.
- [2] Luther H., Rzóśka J. 1969. Project Aqua. A list of aquatic sites proposed for conservation on the basis of their scientific value (Provisional Issue). IBP Central Office, London.

JAN PINOWSKI

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI GRUPY ROBOCZEJ ZAJMUJĄCEJ SIĘ PTAKAMI ZIARNOJADAMI*

W 1969 roku Sekcja Polska Grupy Roboczej zajmującej się zagadnieniem ptaków ziarnojadów kontynuowała badania nad produkcją populacji wróbli domowych i polnych czyli mazurków w różnych strefach klimatycznych Polski. Badania te były prowadzone według uzgodnionej metodyki tak by w pełni można było je porównać z innymi tego typu, badaniami. Wynikiem ich winno być uchwycenie prawidłowości produkcji populacji ptaków w różnych strefach klimatycznych świata.

Jednocześnie prowadzono badania nad bilansem energetycznym piskląt i funkcją oddechową krwi oraz pokarmem rodzaju *Passer*.

Pierwszym podsumowaniem tych badań ma być konferencja w Hadze we wrześniu 1970 roku, na którą zgłoszono już 45 referatów z 20 krajów.

W Polsce wydawany jest biuletyn informacyjny grupy pt. „International Studies on Sparrows”, którego 3 numery ukazały się w 1969 r. Pismo to rozsyłane jest do 310 zainteresowanych osób lub instytucji na świecie.

* Obszerniejsze sprawozdanie z zamierzeń i prac grupy ukazały się w poprzednich numerach Kosmosu A (Kosmos A 1968, 393—395; Kosmos A 1969, 653—654).

ALICJA BREYMEYER

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI GRUPY BADAJĄCEJ
EKOSYSTEMY TRAWIASTE I POLNE

W badaniach współpracowały następujące instytucje: Zakład Ekologii PAN, Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie, Katedra Zoologii Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie, Zakład Ochrony Przyrody PAN w Krakowie, Stacja Agroekologii PAN w Turwi. Jeden z tematów (Badania produktywności pastwisk) prowadzony jest wspólnie z Instytutem Zoologicznym Bułgarskiej Akademii Nauk w Sofii.

Zakres prac prowadzonych przez wymienione instytucje jest różny. Dwie z nich, tj. Zakład Ekologii PAN w Warszawie i Stacja Agroekologii PAN w Turwi, prowadzą kompleksowe badania ekosystemów, pozostałe ośrodki koncentrują badania nad produkcją wtórną, na kilku ważnych z punktu widzenia przepływu energii przez ekosystem grupach organizmów (Kraków) lub poprzestają na porównaniu zagęszczenia zwierząt badanych środowisk (Olsztyn).

Z ciekawszych wyników wymienić należy:

1) próbę obliczenia bilansu energetycznego dla agrocenozy (pole ziemniaków i żyta) (Stacja Agroekologii PAN); 2) próbę oceny całkowitych ubytków produkcji pierwotnej na korzyść roślinożernych bezkręgowców. Okazało się, że ubytki te są większe, niż dotychczas sugerowano w literaturze. Na uprawianych i koszonych łąkach w dorzeczu Wisły sięgają one kilkudziesięciu procent. Ponieważ oceny dokonywano przy zastosowaniu fabrycznych insektycydów, sprawdzenia wymaga ich oddziaływanie na roślinność i glebę. Takie eksperymenty są w toku (Zakład Ekologii PAN); 3) próbę porównania struktury troficznej kilku ekosystemów łąkowych doliny Wisły. Różnie użytkowane i na różnych glebach położone łąki mają także różną strukturę troficzną: zwraca uwagę zwiększanie się ilości form roślinożernych na łąkach koszonych, wraz z równoczesnym zmniejszaniem się ilości form drapieżnych na tych łąkach. Rozkład materii organicznej jest szybszy na łąkach uprawianych, co wiąże się z większą obfitością saprofitów w tych środowiskach (Zakład Ekologii PAN).

Osiągnięcia organizacyjne:

— coroczne zebrania grupy. Przedstawiane są na nich i dyskutowane wyniki za rok ubiegły i plany badań na rok przyszły. Część materiałów z zebrań jest drukowana;

— zaproszenia i, w miarę możliwości, udział w międzynarodowych sympozjach MPB. W sympozjum organizowanym przez IBP i UNESCO, poświęconym metodom badania ekologii gleby (Paryż 1967) wzięła udział dr J. Pętał — wygłaszając referat. Zostały na sympozjum wysłane jeszcze 2 inne referaty (dr H. Jakubczyk i dr A. Breymeyer). Wszystkie te referaty są drukowane w materiałach sympozjum. W sympozjum Biomu Środowisk Trawiastych w Saskatoon (Kanada 1969) wzięła udział dr A. Breymeyer, która wygłosiła tam referat o polskich badaniach środowisk trawiastych. Wysłany został na sympozjum także referat dr A. Kajak;

— zaproszenie dr A. Breymeyer do Komitetu Organizacyjnego Biomu Środowisk Trawiastych. Komitet ma za zadanie stymulowanie i syntezywanie wyników badań otrzymanych w różnych środowiskach trawiastych.

JULIA GOŁĘBIOWSKA

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI SEKCJI PROCESÓW
PRODUKCYJNYCH — WIĄZANIE AZOTU

Sekcja włączyła się do prac Międzynarodowego Programu Biologicznego dopiero w 1966 roku. W czasie Międzynarodowego Kongresu Mikrobiologów w Moskwie w sierpniu 1966 r. odbyło się pod przewodnictwem prof. Muldera z Holandii zebranie Sekcji PP, na którym zostaliśmy zaproszeni do współpracy.

Obecnie w Sekcji współpracują następujące Zakłady, zajmujące się już od szeregu lat problemem wiązania azotu:

1. Katedra Mikrobiologii Ogólnej UMCS w Lublinie,
2. Zakład Mikrobiologii Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach,
3. Zakład Fizjologii Roślin IUNG w Puławach,
4. Pracownia Mikrobiologii IUNG w Baborówku, pow. Szamotuły,
5. Katedra Mikrobiologii WSR w Poznaniu,
6. Katedra Mikrobiologii WSR w Olsztynie.

Badania nad symbiotycznym i niesymbiotycznym wiązaniem azotu przez drobnoustroje koncentrują się wokół następujących zagadnień: A. Aktywność i wirulencja *Rhizobium* w symbiozie z roślinami motylkowymi i technologia produkcji szczepionek. B. Wpływ środowiska na symbiotyczne wiązanie azotu atmosferycznego. C. Fizjologia i genetyka *Rhizobium*. D. Niektóre właściwości *Azotobaktera*, jako wolnożyjącego asymilatora azotu atmosferycznego.

A. W zakresie tego zagadnienia najwięcej uwagi poświęca się opracowaniu kolekcji szczepów *Rhizobium*. Zebrano ich już około 200. Dokumentację szczepów opracowuje się według międzynarodowej instrukcji, co pozwoli na włączenie ich do rejestru światowego. W ostatnim roku zajęto się specjalnie wyodrębnianiem i określaniem szczepów dla roślin rzadziej u nas uprawianych, jak komonica, przelot, esparceta. Opracowuje się również sposoby przechowywania szczepów stosując różne zawieszalniki przy liofilizacji. Aktywność szczepów sprawdza się w doświadczeniach wazonowych i polowych.

B. W badaniach nad wpływem środowiska na symbiotyczne wiązanie azotu poszukuje się czynników hamujących bądź stymulujących proces symbiozy. Bada się również występowanie *Rhizobium* i rhizobiofagów w warunkach naturalnych, co może mieć znaczenie dla rejonizacji upraw roślin motylkowych. Dotychczas zbadano, jak oddziałują na symbiozę azot mineralny w podłożu, niektóre mikroelementy oraz naświetlenie. Według instrukcji międzynarodowej prowadzono doświadczenia, których celem było znalezienie najważniejszych metod dla określenia aktywności symbiozy w warunkach naturalnych i zmiany tej aktywności pod wpływem wprowadzenia szczepionek bakteryjnych. Wyniki tych badań mają być referowane na zebraniu Sekcji w Wageningen w 1970 roku.

C. Badania nad fizjologią i genetyką *Rhizobium* prowadzone są bardzo szeroko. Badania genetyczne koncentrują się głównie nad zmianami w efektywności szczepów *Rhizobium* w czasie mutacji, transformacji i transdukcji. Próby klasyfikacji *Rhizobium* przeprowadza się z pomocą typowania tych bakterii fagami. Bada się również antygenową strukturę

Rhizobium stosując metody serologiczne i immunochemiczne. Mutagenezę u *Rhizobium* wywoływano za pomocą kwasu azotawego, promieni UV i nitrozoguanidyny. Stwierdzono, że mutanty wyprowadzone na lizynie wywoływały utratę zdolności wiązania azotu, chociaż trzeba zaznaczyć, że cecha lizynotroficzności nie była bezpośrednio związana z cechą warunkującą efektywność *Rhizobium*. Transdukcje u *Rhizobium* prowadzono przy pomocy łagodnych fagów, mutując szczep prototroficzny w stosunku do lizyny na szczep auksotroficzny. Badano również transformację streptomycynoopornych szczepów *Rh. trifolii* i *Rh. meliloti*. Przy pomocy kontrastowych fluorochromów oznaczano przeciwciała dla *Rhizobium* — *Rh. trifolii* i *Rh. meliloti*, co okazało się przydatne do szybkiego wyróżniania tych bakterii w próbkach glebowych.

D. Zebrana została kolekcja szczepów *Azotobaktera*. Szczepy z kolekcji bada się pod względem ich oddziaływania na różne rośliny. Poszukuje się przy tym czynników, które mogą tłumaczyć wpływ tych bakterii na roślinę. Określa się więc zawartość giberelin i kwasu indoloocetowego w hodowlach *A. chroococcum* oraz bada się wpływ różnych źródeł węgla na wytwarzanie tych substancji.

ZDZISŁAW KAJAK

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI SEKCJI PRODUKTYWNOŚCI EKOSYSTEMÓW SŁODKOWODNYCH

Omawiana Sekcja, podobnie jak inne sekcje MPB, podlega z jednej strony Komitetowi Narodowemu MPB, z drugiej — międzynarodowej Sekcji PF (Productivity of Freshwater), której *convenorem* jest obecnie prof. dr G.G. Winberg (ZSRR), *wiceconvenorem* prof. dr S. Gerking (USA), a sekretarzem naukowym — prof. dr J. Rzóśka (Wielka Brytania).

Krajowy zarząd Sekcji stanowi następujący zespół: prof. dr T. Backiel (Zakład Gospodarki Rzecznej Instytutu Rybactwa Śródlądowego, Żabieniec), doc. dr Z. Kajak przewodniczący (Dział Hydrobiologii Zakładu Ekologii PAN, Warszawa), doc. dr R. Klekowski (Zakład Hydrobiologii Eksperymentalnej, Instytut Nenckiego PAN, Warszawa), prof. dr K. Patalas (Zakład Hydrobiologii Instytutu Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn), dr E. Pieczyńska (Zakład Hydrobiologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa), dr A. Szczepański (Dział Limnologii Stosowanej Zakładu Ekologii PAN, Mikołajki), doc. dr S. Wróbel (Zakład Biologii Wód PAN, Kraków).

CELE

Sekcja postawiła sobie cele zarówno teoretyczne — poznanie struktury i funkcjonowania ekosystemów wodnych, jak i praktyczne — poszukiwanie możliwości wpływania na przepływ energii oraz na wydajność produkcji. Tak na przykład dąży się do zwiększenia produkcji organizmów pożytecznych — ryb oraz trzciny, a do zmniejszenia ilości substancji organicznych lub obfitości gatunków powodujących zanieczyszczenie wo-

dy. Możliwości oddziaływania na czystość wód leżą w zwiększeniu konsumpcji, wyłowieniu, osadzaniu oraz destrukcji elementów niepożądanych.

Działalność idzie równolegle po dwóch wzajemnie uzupełniających się drogach:

1) mierzenia wielkości produkcji i poszukiwania prawidłowości przepływu energii (rozpoczynają i rozwijają się także badania nad obiegiem materii);

2) analizy współzależności między organizmami, ze szczególnym uwzględnieniem związków troficznych. Na tej drodze poszukuje się mechanizmów warunkujących wielkość produkcji.

Badane są:

— sytuacje naturalne (niezanieczyszczone jeziora i rzeki),

— ekosystemy umiarkowanie przekształcone (jeziora z introdukcją ryb, natlenianiem lub usuwaniem hypolinionu, podgrzewaniem wody itd.).

— ekosystemy sztucznie lub bardzo silnie przekształcone (stawy rybne, zbiorniki zaporowe, zbiorniki do oczyszczania ścieków itd.).

TERENY BADAŃ

Prace koncentrują się głównie na:

1) jeziorach mazurskich (okolice Mikołajek, Giżycka, Olsztyna), jeziorach iławskich, jeziorze Gopło, jeziorach łączynsko-włodawskich, białostockich i suwalskich oraz tatrzańskich, 2) stawach w Żabieńcu i Gołyszcu, 3) jeziorach z okolic Konina (wody podgrzane), 4) zbiorniku goczalkowickim, 5) rzekach Rabe i Płockiej.

INSTYTUCJE WSPÓŁPRACUJĄCE

Sekcja skupia kilkanaście instytucji współpracujących:

a) PAN — Zakład Ekologii: Dział Hydrobiologii i Dział Limnologii Stosowanej; Zakład Hydrobiologii Eksperymentalnej Instytutu Biologii Doświadczalnej im. Nenckiego, Zakład Biologii Wód.

b) Uczelnie wyższe: Zakład Hydrobiologii Uniwersytetu Warszawskiego, Katedra Ochrony Przyrody i Ekologii Uniwersytetu im. M. Kopernika, Katedra Hydrobiologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Katedra Zoologii i Katedra Botaniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Lublinie, Katedra Biologii Akademii Medycznej w Białymstoku, Katedra Limnologii Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie,

c) Instytut Rybactwa Śródlądowego: Zakład Hydrobiologii, Zakład Ichtiologii, Zakład Gospodarki Jeziorowej, Zakład Gospodarki Rzecznej, Zakład Gospodarki Stawowej, Zakład Gospodarki Rybackiej w Rzekach i Zbiornikach Zaporowych.

Poza tym szereg innych jeszcze instytucji współpracuje w mniejszym zakresie.

Większość badań jest prowadzona kompleksowo. Na terenie jezior mazurskich współpracują 2 działy Zakładu Ekologii PAN, Zakład Hydrobiologii UW i 3 zakłady Instytutu Rybactwa Śródlądowego, na jeziorach iławskich i jeziorze Gopło — 3 zakłady Uniwersytetu im. M. Kopernika, na jeziorach łączynsko-włodawskich 3 katedry Wyższej Szkoły Rolniczej w Lublinie, na jeziorach okolic Konina — kilka zakładów Instytutu

Rybackwa Śródlądowego i szereg instytucji nie wchodzących formalnie do Międzynarodowego Programu Biologicznego, na stawach rybnych — Zakład Gospodarki Stawowej Instytutu Rybackwa Śródlądowego, Zakład Biologii Wód PAN i szereg innych.

Wiele z wyżej wzmiankowanych badań jest ściśle związane i podbudowywane przez laboratoryjne badania eksperymentalne z zakresu bioenergetyki, prowadzone przez Zakład Hydrobiologii Eksperymentalnej Instytutu Biologii Doświadczalnej.

System koordynacji badań odbywa się przez roczne omawianie planów i sprawozdań z prowadzonych badań. Na początku działalności Programu Biologicznego odbyło się kilka sympozjów metodycznych, w których wyniku opublikowano szereg artykułów na temat sposobów i metod badania produkcji. Materiały te są szeroko wykorzystywane nie tylko w kraju, ale i za granicą. Bardzo istotne było też prowadzenie konsultacji i uzgodnień bezpośrednio w terenie.

W lecie 1969 r. Zakład Hydrobiologii Eksperymentalnej, Dział Hydrobiologii i Dział Limnologii Stosowanej ZE oraz Zakład Hydrobiologii UW zorganizowały kurs z zakresu metod badania produkcji. W kursie wzięło udział 28 osób z kilkunastu instytucji z całego kraju.

Rozpoczęto serię sympozjów poświęconych przedstawieniu uzyskanych wyników. Część była organizowana przez sekcję — jak np. sympozjum z zakresu produkcji stawów rybnych (luty 1969 r.), część zaś odbywała się w powiązaniu z innymi imprezami krajowymi, np. Zjazd Hydrobiologów Polskich w Świnoujściu 1967 r., Sympozjum Bioenergetyczne z okazji 50-lecia Instytutu Biologii Doświadczalnej w 1968 r., Sympozjum „Światło i Ciepło w Zbiornikach Wodnych” — Gołysz 1969 r. Szereg wyników prezentowano także na zjazdach międzynarodowych, jak Kongres Limnologiczny w Warszawie 1965 r., Konferencja Hydrobiologiczna Krajów Przybaltyckich w Rydze (1968) i Mińsku (1969), oraz przy okazji wyjazdów naukowych za granicę.

Można śmiało powiedzieć, że badania w zakresie produkcji ekosystemów słodkowodnych w Polsce należą — obok ZSRR, Czechosłowacji, Kanady — do czołówki światowej. Wyrazem tego jest między innymi powierzenie Polsce organizacji międzynarodowego sympozjum (Kazimierz Dolny, maj 1970) poświęconego prezentacji i krytycznej ocenie wyników oraz wytyczeniu dalszych kierunków badań nad funkcjonowaniem i produktywnością ekosystemów wodnych.

PRZYKŁADOWE WYNIKI BADAŃ

Oceniono intensywność produkcji i stosunek produkcji do biomasy różnych grup organizmów w określonych sytuacjach. Oszacowano udział w produkcji ekosystemów poszczególnych zespołów organizmów — np. udział makrofitów, fitoplanktonu, perifitonu w produkcji pierwotnej; udział zooplanktonu i zoobentosu w produkcji wtórnej itd.

Określono wielkość konsumpcji różnych grup organizmów w warunkach naturalnych (np. wpływ odżywiania się ryb i bezkręgowców drapieżnych na zooplankton i zoobentos).

Opracowano bilanse energetyczne gatunków odgrywających dużą rolę w ekosystemach oraz oceniono wydajność produkcji szeregu z nich. Porównano wydajność w warunkach terenowych i laboratoryjnych. Na przykład w jeziorach o wodzie podgrzanej wykazano wzrost wydajności

produkcji konsumentów planktonowych, przy ogólnie wyższej produkcji zarówno pierwotnej, jak i wtórnej. Wykazano, że wydajność produkcji różnych gatunków jest bardzo zróżnicowana, waha się od kilku do 70%.

Uzyskano wiele zupełnie nowych danych, często w oparciu o nowatorskie metody badawcze, o wybiórczości pokarmowej i ilości pokarmu pobieranego przez dominujące gatunki i całe zespoły organizmów oraz o ich zależnościach i oddziaływaniach troficznych.

W szeregu sytuacjach, w oparciu o metodę eksperymentu terenowego, wykazano, jakie czynniki limitują produkcję. Dzięki introdukcji ryb roślinożernych uzyskano wzrost ogólnej produkcji ryb w stawach (zarówno karpia jak i introdukowanych ryb roślinożernych) przez stymulację obiegu materii w zbiorniku.

Prowadzone są analizy i uzyskano już szereg wyników o zmienności produkcji w obrębie roku i w różnych latach oraz o powiązaniu produkcji ze strukturą zespołów (składem gatunkowym, dominacją itd.) i czynnikami abiotycznymi i biotycznymi.

TADEUSZ DZIERŻYKRAY-ROGALSKI

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI SEKCJI PRZYSTOSOWALNOŚCI CZŁOWIEKA

Przedstawiciele Polski brali żywy udział w pracach organizacyjnych Sekcji, prowadzonych od 1961 r. w Londynie pod przewodnictwem prof. J. S. Weinera, w ramach przygotowań podjętych na wezwanie Międzynarodowej Rady Unii Naukowych¹.

Sprawozdanie niniejsze ogranicza się tylko do okresu 1967—1968, kiedy to Międzynarodowy Program Biologiczny wszedł w drugą fazę swej działalności, mającej na celu realizację uzgodnionych już w skali międzynarodowej i opartych o jednolitą metodykę badań².

W tym czasie prace badawcze polskiej Sekcji Przystosowalności Człowieka skupiły się na następujących kierunkach: 1) zagadnienia rozwoju i budowy fizycznej populacji polskiej, 2) zróżnicowanie serologiczne tej populacji, 3) wpływ klimatu suchego i subtropikalnego na budowę fizyczną ludności Afryki północno-wschodniej (Egipt i Sudan), 4) zmiany adaptacyjne w środowisku wysokich temperatur, 5) zmiany związane z wpływami czynnika industrializacyjnego (Nowa Huta), 6) zmiany adaptacyjne układu krążenia i układu oddechowego w różnych warunkach socjalnych i ekonomicznych, 7) zagadnienia dziedziczenia cech morfologicznych u człowieka, 8) genetyczne aspekty uzdolnień ruchowych, 9) zagadnienia

¹ Por. T. Dzierżykray-Rogalski: 1) Zdolności przystosowawcze człowieka (konferencja w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego), Londyn 4—6 XII 1962, Nauka Polska, 1962, R. XI, Nr 4(46), s. 137—140, Warszawa, 1963; 2) Badania antropologiczne w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego, Człowiek w Czasie i Przestrzeni, 1963, R. VI, z. 1(21), s. 3—8, Warszawa, 1963.

² Por. T. Dzierżykray-Rogalski: Druga faza prac Sekcji Przystosowalności Człowieka Międzynarodowego Programu Biologicznego (Bruksela 26—28 VI 1967), Nauka Polska, 1968, R. XVI, Nr 4(76), s. 102—103, Warszawa, 1968.

ekologiczne grup izolowanych, 10) problemy demograficzne wybranych grup populacji polskiej.

Badania te są prowadzone w 23 placówkach naukowych Polskiej Akademii Nauk, uniwersytetów, akademii medycznych, wyższych szkół wychowania fizycznego, politechnik i szkół technicznych oraz instytutów specjalistycznych i resortowych, które z kolei współpracują z 32 innymi instytucjami.

W tych kierunkach badań bierze udział wielu lekarzy, antropologów, biologów, specjalistów z dziedziny wychowania fizycznego, a także matematyków i techników. Są one finansowane przez Polski Komitet Międzynarodowego Programu Biologicznego, ale przede wszystkim bazują na budżetach jednostek macierzystych.

Bibliografia tych prac sięga w chwili obecnej prawie stu pozycji bezpośrednio dotyczących zagadnień planowych i kilkuset pozycji wiążących się z nimi pośrednio.

Na podkreślenie zasługuje tu fakt, że prace Sekcji dotyczą także terenów zagranicznych (północna Afryka), gdzie nauka polska zdobyła sobie już trwałe pozycje. Wyrazem tego może być zorganizowane w czerwcu 1968 r. w Warszawie Międzynarodowe Sympozjum pn. „Problemy Biologii Człowieka w Afryce”. Sympozjum to, zaplanowane i finansowane przez centralę Międzynarodowego Programu Biologicznego, zorganizowane było przez Polską Sekcję Przystosowalności Człowieka. Wzięło w nim udział kilkunastu specjalistów z całego świata³.

Nie była to pierwsza impreza międzynarodowa przygotowana przez MPB, gdyż w kwietniu 1965 r. Sekcja była organizatorem konferencji metodologicznej dla krajów centralnej i wschodniej Europy: omówiono wstępne warunki prac związanych z przystosowalnością człowieka, a później zorganizowano kursy szkoleniowe we Wrocławiu dla tych krajów⁴.

Należy też wspomnieć, że w miarę możliwości uczestniczyliśmy w konferencjach odbywanych za granicą i w stałych spotkaniach Sekcji Przystosowalności Człowieka zwoływanych okresowo przez jej koordynatora, prof. J. S. Weinera.

W planie Sekcji ogłoszonym przez Międzynarodową Radę Unii Naukowych figuruje 21 tematów realizowanych przez poszczególne placówki naukowe wchodzące w skład Polskiej Sekcji Przystosowalności Człowieka.

W porównaniu do innych biorących udział w pracach MPB krajów może to być jeszcze jednym dowodem naszej przodującej roli w tej dziedzinie⁵.

ORGANIZACJA POLSKIEGO KOMITETU MIĘDZYNARODOWEGO PROGRAMU BIOLOGICZNEGO

Przewodniczący — prof. dr Kazimierz Petrusiewicz

Sekretarz — dr Anna Kajak

³ Por. T. Dzierżykray-Rogalski: The International Symposium on Biology of Man in Africa (Warsaw, 24th—27th June, 1968). *Africana Bulletin*, 1968, No 9, s. 87—90, Warszawa, 1968.

⁴ Por. T. Dzierżykray-Rogalski: Problems in Human Adaptability — Concluding remarks (Warsaw, Meeting, 1965). *Materiały i Prace Antropologiczne*, 1968. Zakład Antropologii PAN, nr 75, s. 345—346, Wrocław, 1968.

⁵ IBP-News, 1969, No 19, s. HA 29—30, London, 1969.

Sekcje:

Sekcja produktywności ekosystemów lądowych złożona z czterech grup roboczych:

1. Produktywność pierwotna — przewodniczący — prof. dr Anna Medwecka-Kornaś
2. Produktywność wtórna ekosystemów trawiastych i pól — przewodniczący — dr Alicja Breymeyer
3. Produktywność wtórna — drobne gryzonie — przewodniczący — dr Lech Ryszkowski
4. Produktywność wtórna — ptaki ziarnojady — przewodniczący — doc. dr Jan Pinowski.

Sekcja procesów produkcyjnych:

1. Wiązania azotu — przewodniczący — prof. dr Julia Gołębiowska
2. Fotosynteza — przewodniczący — prof. dr Jan Zurzycki.

Sekcja produktywności ekosystemów słodkowodnych — przewodniczący — doc. dr Zdzisław Kajak.

Sekcja produktywności morza — przewodniczący — prof. dr Władysław Mańkowski.

Sekcja przystosowawczości człowieka — przewodniczący — prof. dr Adam Wanke.

TEORETYCZNE PODSTAWY NAUKI O OCHRONIE PRZYRODY

I

Pewne elementy ochrony przyrody istniały w każdej chyba kulturze od niepamiętnych czasów. Pierwotnie przejawiały się w obyczajach opartych na wierzeniach religijnych, które nakazywały cześć i ochronę świętych miejsc, zwierząt i roślin, zakazywały zabijania zwierząt totemicznych, ograniczały czas i zasięg polowań, itp. Dopiero współczesne badania etnologiczne i kulturowe dowodzą, iż w obyczajach tych było wiele elementów racjonalnych — reguły zachowania okazały się wynikiem wielowiekowych, drobiazgowych obserwacji, przekazywanych z pokolenia na pokolenie, w których zadziwia współczesnych badaczy wnikliwa znajomość życia przyrody, ubrana w szatę magiczną lub religijną, a jednak skutecznie regulująca współżycie człowieka z jego pierwotnym otoczeniem. Bohater pięknej książki D. Lockwooda „Ja, Australijczyk” opowiada o obyczajach swego ludu: „Kiedy pierwszy raz odwiedzam jakieś plemię, Starsi pytają mnie zawsze, czy przeszedłem obrzęd wtajemniczenia. Gdy to potwierdzę, zdradzają mi tajemnice swoich praw i obrzędów, wymieniają swoje tabu, uprzedzają, na jakich terenach obowiązuje zakaz polowań, wyliczając przy tym również chronione drzewa i sadzawki, podobnie jak białych myśliwych ostrzega się w ich krajach, które miejsca są rezerwatami przyrody”. (str. 156).

Ochrona przyrody z pobudek gospodarczych, etycznych i estetycznych ma również długą historię. W każdym kraju sprawę tę regulowały, obok obyczajów i wierzeń, odpowiednie zarządzenia władzy państwowej, królewskiej lub książęcej. Nie były one jednak w stanie zapobiec niszczeniu środowiska naturalnego przez rozwijającą się cywilizację.

Ujemne strony życia miejskiego, mocno odczuwalne w epoce romantyzmu i sentymentalizmu, zwróciły w XVIII wieku uwagę przyrodników i humanistów na estetyczne i uczuciowe wartości nie tkniętej przez człowieka przyrody. W roku 1819 Aleksander Humboldt proponuje nazwę „pomnika przyrody” dla starych drzew ogromnych rozmiarów, którą rozszerzono później na wszelkie interesujące i piękne okazy przyrodnicze. Skojarzenie z „pomnikami kultury” spopularyzowało ich ochronę. Jan Jakub Rousseau głosi hasło „powrotu do natury”, przeciwstawiając kulturze jej walory w kształtowaniu osobowości człowieka. Jak zauważa Szafer, pozytywny stosunek uczuciowy człowieka do przyrody stanowi trwałą spuściznę romantyzmu, widoczną szczególnie w dziedzinie etyki i estetyki.

W wieku XIX idea ochrony przyrody znalazła oparcie w nauce. Początkowo nauka zajmowała się głównie zagadnieniami natury konserwatorskiej, tj. inwentaryzacją i sposobami ochrony poszczególnych obiektów.

tów, zwłaszcza zagrożonych wyćpieniem gatunków zwierząt i roślin, w imię zachowania warsztatu badań przyrodniczych oraz swoistych rysów krajobrazu. Poczynając od lat 30 XX wieku zadania i metody nauki o ochronie przyrody zmieniły się radykalnie. Zasadniczym jej celem stała się totalna ochrona naturalnego środowiska człowieka oraz zasobów przyrody. Obecnie nauka o ochronie przyrody znajduje oparcie w biologii teoretycznej — dyscyplinie z pogranicza biologii i filozofii¹.

Nauka stała się potężnym i niezbędnym czynnikiem, który może pomóc w przezwyciężeniu obecnego „kryzysu środowiska ludzkiego”.

Uświadamianie tej prawdy naszemu społeczeństwu rozpoczęły środki masowego przekazu dopiero po ukazaniu się raportu U Thanta: „Problem środowiska ludzkiego”, z sesji Rady Ekonomicznej i Społecznej ONZ, z dnia 26 maja 1969 roku. Jakkolwiek prace naukowe i popularne, które nawołują do podjęcia skutecznych działań zapobiegających niszczeniu naturalnego środowiska, oparte na alarmujących danych, ukazywały się w Polsce już od dłuższego czasu, sprawa ta trapiła jedynie biologów i miłośników przyrody rozumiejących wagę problemu. Wraz z zaangażowaniem się publicystów ruch ochrony przyrody w naszym kraju zdaje się na szczęście przekraczać pewien punkt krytyczny. Ostatnio nawet, być może, niejeden czytelnik sugestywnych artykułów „Polityki”, „Kultury” czy „Współczesności”, podejmujących ten problem, zdziwi się, iż dotychczas ludzie byli ślepi na skutki złego gospodarowania przyrodą i dopuścili do katastrofalnej sytuacji, skoro nauka już od dawna umożliwia człowiekowi przekształcanie przyrody w sposób racjonalny. Czy jednak za pomocą nauki istotnie przekształcaliśmy przyrodę, czy raczej podbijaliśmy, opanowywali, ujarzmiali? Otóż niestety, postawę cywilizowanego człowieka wobec przyrody lepiej oddają te zaczerpnięte z militarnego słownika zwroty niż pozbawione emocjonalnego zabarwienia słowo „przekształcać”. I chociaż przyrodnika i humanistę rażą dzisiaj anachroniczne zdania głoszące walkę człowieka z przyrodą, dumę z jej „pokonania”, tkwiące niezmiennie na przykład w podręcznikach szkolnych, większość ludzi dalej myśli w tym duchu.

We wspomnianym wyżej raporcie U Thanta znajduje się konkretny postulat:

„Trzeba we wszystkich krajach rozwijać niezwłocznie służby administracyjno-gospodarcze, kontrolne, prawne, laboratoria dla kontroli naukowej, jak również prace badawcze, na których technika wszelkiej regulacji musi się oprzeć. Ważną potrzebą jest kształcenie odpowiednich kadr. (...) Najważniejsze z terytorialnych problemów obejmują właściwe zagospodarowanie ekosystemów obejmujących wodę, pola, roślinne i zwierzęce zasoby, nie tylko dla celów techniczno-gospodarczych, lecz także w interesie całości społeczeństwa i gospodarczych celów, od których zależy pomyślny rozwój człowieka i społeczeństwa”.

¹ Pojęcie biologii teoretycznej wyjaśnia L. Bertalanffy: „Biologia teoretyczna w pierwszym znaczeniu jest teorią poznania i metodologią nauki o życiu. Ustala podstawy poznania w biologii i z jednej strony stanowi odgałęzienie ogólnej logiki i teorii nauki, z drugiej zaś — odgrywa ważną rolę w badaniach biologicznych (...). W drugim znaczeniu biologia teoretyczna jest nauką przyrodniczą, która wobec biologii opisowej i eksperymentalnej pozostaje mniej więcej w takim stosunku, jak fizyka teoretyczna wobec fizyki eksperymentalnej”. (L. Bertalanffy, *Theoretische Biologie*, przedr. w: *Główne zag. filozofii*, t. III, pod red. A. Bednarczyka, Warszawa, 1966, str. 4).

Może już w niedalekiej przyszłości, kiedy skuteczna realizacja tych zaleceń wymagać będzie od społeczeństw ogromnego wysiłku finansowego i wyrzeczeń związanych ze zmianą trybu życia, przebudową miast i rozmaitymi ograniczeniami, zadawać będziemy sobie pytanie, jakie to czynniki światopoglądowe i społeczne odpowiedzialne są za to, że przodkowie nasi pozostawili po sobie „oskalspowaną ziemię”. Nie należą one bynajmniej do przeszłości. W wielu wypadkach nie potrafimy jeszcze dostrzec związku między panującymi ideami filozoficznymi, społecznymi i ekonomicznymi a praktycznym stosunkiem człowieka do przyrody. Twierdzenie, że stosunek człowieka do przyrody kształtowany jest przez różnorodne czynniki kulturowe — naukę, filozofię, religię — to po prostu truizm. Jednakże wpływ określonych składników kultury na wybrane zjawiska w życiu społecznym — w tym wypadku: gospodarkę człowieka w przyrodzie — nie jest bezpośredni i realizuje się poprzez rozmaite, często nieoczekiwane drogi oddziaływania. Nauka o ochronie przyrody powinna podjąć ten problem. Istnieje bowiem nie tylko praktyczna potrzeba zbadania społecznego i kulturowego uwarunkowania realizacji celów tej nauki; taki kierunek badań ma również doniosłe znaczenie filozoficzne i metodologiczne.

W obecnym stanie rzeczy można w następujący sposób zgrupować czynniki teoretyczne, psychologiczne i społeczne, które znajdują się u podstaw ochrony przyrody:

1. Wąsko użyteczne, działające od początków istnienia człowieka. Są one motywem ochrony poszczególnych egzemplarzy ginących gatunków, ochrony mniejszych i większych obszarów w imię korzyści gospodarczych, zdrowotnych i intelektualnych.

2. Natury moralnej i estetycznej. Jest to odmienny od poprzedniego motyw, gdyż wartościami naczelnymi są tutaj: poszanowanie życia, umiłowania piękna przyrody, jej różnorodności, itp. Oczywiście, wartości te uznawano od najdawniejszych czasów, lecz oddziaływanie ich jest słabsze od naporu potrzeb bytowych i dlatego ustępują przed nimi.

3. Uświadomienie sobie zagrożenia, jakie już obecnie stwarza akumulacja zabójczych dla człowieka skutków niekontrolowanej eksploatacji przyrody, zanieczyszczania i zatrutowania środowiska, stosowania drastycznych metod zwalczania chwastów, szkodników i roznosićieli chorób, jednym słowem: poważnego zachwiania dotychczasowej równowagi ekologicznej w każdym, zwłaszcza przeludnionym, zakątku ziemi.

4. Zmiana poglądów na miejsce i rolę człowieka w przyrodzie — człowieka jako gatunku biologicznego i jako twórcy kultury — którą zawdzięczamy między innymi szybkiemu rozwojowi biologii teoretycznej. Uogólniając wyniki badań biochemii, biofizyki, nauk o Ziemi i biocybernetyki, dostarcza ona nauce o ochronie przyrody podbudowy teoretycznej i metodologicznej.

5. Zarysowanie się realnych możliwości totalnego i naukowego planowania i sterowania środowiskiem człowieka w skali globu.

Jesteśmy świadkami powstawania nowego światopoglądu, w którym nakaz ochrony przyrody wynika w sposób nieunikniony z podstawowych przesłanek wiedzy o życiu, w imię antropocentrycznego systemu wartości². Uzasadnieniu tej tezy poświęcone będą dwa następne rozdziały artykułu.

² Antropocentryczny system wartości w etyce oznacza pogląd, wedle którego człowiek jest najwyższą wartością.

II

Biologia jest nauką młodą w tym sensie, iż dopiero w XVIII i XIX wieku powstawać zaczęły wielkie teorie wyjaśniające zjawiska życia, tj. ujmujące je w hipotetyczno-dedukcyjny system twierdzeń. W owym czasie teorie astronomii i fizyki posiadały już od dawna postać systemów aksjomatycznych, charakteryzującą nauki zaawansowane. Wraz z powstawaniem biologii jako odrębnej dyscypliny zrodziła się więc koncepcja, iż wzorowana ona być musi na strukturze nauk fizykalnych. W połowie XIX wieku uważano, iż najdoskonalszą spośród nauk przyrodniczych jest mechanika i jako taka uznana ona została za naukę podstawową. Inne nauki przyrodnicze powinny były zmierzać do osiągnięcia równie idealnej postaci. W roku 1910 H. Hertz pisał: „Fizycy są powszechnie przekonani, iż zadaniem fizyki jest zredukowanie zjawisk przyrody do prostych praw mechaniki”. Postulat podobnej redukcji biologii do mechaniki głosił już Kartezjusz. Wówczas też pogląd, iż wszystkie zjawiska biologiczne można wyjaśnić przez odwołanie się do praw mechaniki nazwano mechanicyzmem (w biologii). Obecnie mechanicyzm kartezjański jest poglądem przebrzmiałym i nie znajduje obrońców. Współczesny sens terminu „mechanicyzm” jest inny: oznacza on przekonanie, iż biologię da się sprowadzić (zredukować) do fizyki oraz chemii, i występuje głównie w dwóch wersjach:

- 1) biologia jest sprowadzalna do współczesnej fizyki,
- 2) biologia zostanie sprowadzona do fizyki w przyszłości, kiedy teorie i słowniki obu tych dyscyplin zostaną udoskonalone.

Wszelkie koncepcje redukcjonistyczne w biologii odrzucali natomiast witaliści. Witalizm w skrajnej postaci przyjmuje istnienie jakiejś niematerialnej siły życiowej, inaczej: entelechii, która ma być podstawą i przyczyną rozwoju osobniczego i ewolucji organizmów. Ogromna większość uczonych odżegnuje się od witalizmu uważając, iż podobne poglądy cechuje całkowita bezpłodność poznawcza, a wprowadzanie tajemniczych sił czy substancji w istocie rzeczy jedynie maskuje niewiedzę.

Redukcjonistyczny program poszukiwania fizykochemicznego podłoża zjawisk życiowych dał wspaniałe rezultaty. Z jego założeń zrodziły się biochemia i biofizyka, które dzisiaj zdecydowanie królują w biologii dzięki szybkim sukcesom w badaniu zjawisk fizykochemicznych w organizmach, umożliwiającym daleko posunięte ich kontrolowanie i odtwarzanie. Heurystyczna wartość mechanicyzmu w tej mierze jest bezsporna. Załamuje się ona w przypadkach niewystarczalności metody badawczej jego zwolenników, mianowicie — metody analityczno-sumacyjnej. Według L. Bertalanffy'ego, właśnie addytywny punkt widzenia stanowi podstawową zasadę mechanicyzmu. „Chemia rozkłada ciała na proste składniki, molekuly, atomy, elektrony; fizyk uważa, że sztorm, który wyrывa drzewa z korzeniami, stanowi sumę ruchów cząsteczek powietrza; ciepło ciała rozpatruje jako sumę energii kinetycznych molekuł, itd. Badania fizykochemiczne organizmów, przeprowadzone w taki sam sposób, polegają na rozkładaniu ich na elementarne części i procesy. Samo pojęcie „żywej substancji” na przykład wyraża pogląd, iż materialna podstawa życia jest rozkładalnym związkiem chemicznym lub grupą związków i że dokładna wiedza o chemicznych własnościach tej „żywej substancji” pozwoli nam zrozumieć własności organizmów (L. Bertalanffy, 1962, str. 32).

Powyższy postulat metodologiczny mechanicyzmu wypływa z założeń filozoficznych dotyczących struktury procesów i materii. „Metafizyczny” mechanicyzm zakłada, iż każdy obiekt materialny można rozłożyć na niepodzielne części elementarne (atomy), obdarzone skończoną ilością własności elementarnych. Podobnie każdy proces można sprowadzić do elementarnych oddziaływań pomiędzy atomami. Rzeczywistość — źródło wszelkich zjawisk organicznych i nieorganicznych okazuje się ostatecznie „ślepą grą atomów”.

Z chwilą rozbicia atomu upadła koncepcja zakładająca istnienie ostatecznych, nieredukowalnych cząstek i procesów elementarnych o skończonej liczbie własności. Lecz oparty na niej addytywny sposób myślenia pozostał. We współczesnych sporach metodologicznych nazywany też bywa atomizmem w biologii.

Wykazując nieadekwatność metody mechanicznej w podejmowaniu podstawowych problemów rozwoju osobniczego i historycznego organizmów, L. Bertalanffy przyjął nowy punkt widzenia, „który w przeciwieństwie do mechanicyzmu bierze pod uwagę indywidualność i całościowość organizmu, a w przeciwieństwie do witalizmu posługuje się metodą naukową”. (Op. cit., str. 46). Tę nową metodę badania nazwał on organicyzmem lub organizmalizmem. Jak sama nazwa wskazuje, organicyzm skupia uwagę na całościach, jakimi są organizmy, tj. indywidualne rośliny i zwierzęta. Szczególną zaś cechą organizmu jest złożoność i hierarchiczne uporządkowanie struktury. Rozpatrując organizm jako całość nie potrafimy obecnie wytłumaczyć jego zachowania się i własności w terminach wyłącznie fizykochemicznych. Nie przesądzając, czy możliwość taka kiedykolwiek zaistnieje, powinniśmy, stwierdza Bertalanffy, formułować prawa w języku biologii, które będą wyjaśniały własności organizmu w terminach relacji pomiędzy jego częściami funkcjonującymi w nienaruszonej całości. A ponieważ zasadniczą cechą życia jest organizacja, fizykochemiczne badania pojedynczych, izolowanych części i procesów nie pozwolą na pełne wyjaśnienie zjawisk życiowych. Badania takie nie dostarczają bowiem informacji o wzajemnych oddziaływaniach między częściami i procesami w złożonym układzie.

Nie rozpatrując bliżej wątpliwej wartości wyjaśniającej takich pojęć, jak „całościowość”, „poziom organizacji”, „unikalność organizmu” oraz wielce dyskusyjnej kwestii ostatecznej sprowadzalności, czy też niesprowadzalności biologii do nauk fizykochemicznych, pragnę podkreślić zupełnie inny aspekt organicyzmu. Ma on dla interesującej nas sprawy wielkie znaczenie. Mam na myśli mianowicie całościowy (kompozycjonistyczny) kierunek badań, który proklamował organicyzm. Rozważmy bliżej następującą wypowiedź Bertalanffy’ego: „Można zatem powiedzieć, że realny problem biologii leży w zagadnieniu znaczenia organów i procesów życiowych dla organizmu” (podkr. moje — E. M.) (op. cit., str. 10). Wynika z tego, że po pierwsze, spośród wielości układów i zjawisk biologicznych układem wyróżnionym przez biologa jest organizm. Po drugie, badanie znaczenia wszelkich oddziaływań dla organizmu wymaga ich rozpatrzenia i oceny ze względu na pewien wyróżniony stan organizmu. Stanem tym jest życie. Podstawy tego wyróżnienia dostarcza sama konstrukcja organizmu. Jako homeostat, organizm zachowuje trwałość w pewnym obszarze zakłóceń. W porównaniu ze sztucznymi homeostatami, wszystkie organizmy wykazują ogromny zakres homeostazy, czyli odporność na znaczną amplitudę zakłóceń w naturalnych

warunkach ziemskich. Dążąc do zachowania równowagi nieustannie przeciwdziałają różnorodnym zakłóceniom ze strony środowiska zewnętrznego i wewnętrznego. Z punktu widzenia tego celu — tożsamego z zachowaniem życia — czynniki mu sprzyjające zyskują ocenę dodatnią, a niesprzyjające — ujemną.

Oceny przypisujące wartość jakiemuś stanowi lub procesowi ze względu na określony cel, nazywają się ocenami instrumentalnymi, a przypisywane przez nie wartości — wartościami instrumentalnymi. Stwierdzają one istniejące faktycznie związki w przyrodzie i są równoważne obiektywnemu ich opisowi. Posługiwanie się ocenami instrumentalnymi zakłada jednakże przyznanie pewnej nieredukowalnej wartości autonomicznej punktowi odniesienia tych ocen, ponieważ ze zdań wyłącznie opisowych nie można wyprowadzić logicznie ani jednego zdania wartościującego. Staje się to możliwe wówczas, kiedy oprócz zdań opisujących stan rzeczy, przyjęta zostanie choćby jedna przesłanka etyczna. Przesłanka taka nie wynika jednak z najdokładniejszej nawet wiedzy; o przyjęciu jej decydują motywy pozanaukowe.

Toteż dla biologa teoretyka stan życia jest wyróżniony pozytywnie jedynie w tym sensie, iż stanowi obiekt jego badań. Żadna z dyscyplin biologicznych w swym aspekcie teoretycznym nie może więc uzasadnić ocen i wartości nieinstrumentalnych (autonomicznych), a tym samym nie da się z tych nauk wyprowadzić żadnych postulatów dotyczących powinności czy też stosunku emocjonalnego człowieka do przyrody.

Inny natomiast stosunek do wartości posiada nauka o ochronie przyrody. Należy ona do nauk stosowanych — w oparciu o przesłanki etyczne oraz wiedzę obiektywną formułuje i uzasadnia normy dotyczące zachowania się i stosunku człowieka względem organizmów innych gatunków i całego środowiska naturalnego.

Wiadomo jednak, że „organizmalny” punkt widzenia już nie wystarcza: gwoi ochrony osobników — przedstawicieli gatunków konieczna staje się ochrona całych ich środowisk.

Integracyjne tendencje w badaniach układów nadorganizmalnych: populacji, gatunków i większych datują się od czasów Darwina. A jednak wszelki postęp w teorii ewolucji dokonywał się do niedawna dzięki metodom redukcyjnym. Do wyjaśniania mechanizmów ewolucji wykorzystano przede wszystkim odkrycie praw dziedziczności. W dobie atomizmu zjawiska populacyjne sprowadzano więc, z jednej strony — do praw biologii osobniczej, do praw genetyki — z drugiej. Badania te nie uwzględniały znaczenia oddziaływań międzyosobniczych, ani też związków między biotycznymi a abiotycznymi składnikami ekosystemów. Właściwości populacji stanowiły sumę właściwości poszczególnych osobników, respective — struktur genotypowych. Jakkolwiek początki całościowych badań populacji można znaleźć u wielu dawnych autorów, sformułowanie pojęcia populacji jako samodzielnej jednostki nastąpiło dopiero w latach 30-tych naszego stulecia. Według Th. Parka całościowość populacji polega na tym, iż obok cech wspólnych z tworzącymi ją osobnikami, wykazuje ona cechy grupowe, tj. właściwe wyłącznie grupie i mające sens tylko w zastosowaniu do grupy. Zasada badania populacji jako całości, mimo znacznych trudności technicznych, jakie nastrecza jej realizacja, posiada już wystarczającą podbudowę teoretyczną i rozszerzona została na całą biosferę. Ten moment w dziejach biologii ma doniosłe znaczenie dla idei totalnej ochrony przyrody żywej i martwej.

Autorem integracyjnej teorii biosfery, która w swoim czasie nie porywała należytej uwagi, jest W. J. Wernadski. Rozpatrując życie jako zjawisko geologiczne formułuje on następujące tezy:

— „Biolog powinien liczyć się z tym, że na naszej planecie nie może istnieć życie niezależne od otoczenia, naprawdę istnieje tylko żywa substancja (żiwoje wieszczstwo), tj. całość żywych organizmów, mocno związana ze środowiskiem biosfery. Stanowi ona potężny czynnik geologiczny nieodłączny od biosfery” (str. 290).

— „Organizmy żywe są funkcją biosfery, są ściśle z nią związane materialnie i energetycznie (...)” (str. 52).

— „Pojawienie się człowieka w czwartorzędzie, które doprowadziło do powstania nowego stadium biosfery — noosfery, oznacza pojawienie się nowej siły geologicznej, siły rozumu i techniki” (str. 56).

— „W swoim współczesnym życiu człowiek często zapomina, że on sam i cała ludzkość jest nierozłącznie związana z biosferą — określoną częścią planety, na której żyje. (...) Ludzkość nie może fizycznie istnieć niezależnie od niej ani przez jedną minutę” (str. 324).

W badaniach ekologii współczesnej układy nadorganizmalne są równouprawnione z organizmem w tym sensie, iż rozpatrywane są również z punktu widzenia warunków ich samozachowawczości (homeostazy). Nie są one ani addytywne w stosunku do osobników, ani też nie można nań ekstrapolować metod i wyników badań nad organizmami. Każda z form organizacji życia posiada odmienny typ struktury i przeszła właściwe sobie zmiany ewolucyjne. Jesteśmy dopiero u progu wykrycia praw rządzących ich rozwojem jako integralnych całości. Dotychczasowe metody badawcze i aparat pojęciowy teorii ewolucji stały się niewystarczające w obliczu tych nowych zadań. Można mówić o prawdziwym kryzysie teorii ewolucji, który widoczny jest w sporach filozoficzno-metodologicznych na temat natury praw historycznych w biologii, unikalności osobników i gatunków, przewidywalności zjawisk życiowych. Rozstrzygnięcie tej problematyki będzie miało wielkie znaczenie nie tylko dla biologii teoretycznej, ale i dla całej filozofii nauki.

Możliwości ścisłego formułowania praw rządzących stosunkami między organizmem a środowiskiem, których znajomość jest tak ważna dla ochrony przyrody, otwiera obecnie zastosowanie cybernetyki w biologii. Aparat pojęciowy i matematyczny teorii informacji umożliwia podjęcie takich zagadnień ewolucji, które nie mieszczą się w ramach genetyki populacyjnej, a więc na przykład: roli fenotypów w doborze naturalnym, mechanizmów regulacji w rozmaitych układach biologicznych, ewolucji samego procesu ewolucji, itp. Próby przedstawienia w języku cybernetyki funkcji organizmu i jego części są raczej powszechnie znane, lecz podobne usiłowania cybernetycznej analizy stosunków pomiędzy organizmami (indywiduami oraz zbiorami indywiduów) a ich środowiskiem nie były dotychczas popularyzowane. A tymczasem wyniki tych badań, sprecyzowane w języku teorii informacji, powinny otworzyć ludziom oczy na istotę wzajemnej zależności każdego (a więc i ludzkiego) życia od jego środowiska.

Regulujące znaczenie środowiska w ontogenezie i filogenezie jest dla badaczy oczywiste, ale mechanizmy tej regulacji nie znalazły jeszcze zadowalającego wytłumaczenia. Różnego typu koncepcje lamarkistowskie upadły ostatecznie, kiedy genetyka wykluczyła możliwość dziedziczenia cech nabytych. Wpływ środowiska na kierunek ewolucji pozostał właści-

wie zagadką. Powoływanie się na mutację i dobór naturalny plus rozmaite hipotezy dodatkowe wciąż nie dostarcza argumentów, które mogłyby być powszechnie przyjęte. W odczuciu wielu uczonych widnieje jakaś luka w przedstawionym przez naukę łańcuchu oddziaływań pomiędzy organizmem a jego otoczeniem. Na owe brakujące ogniwo wydaje się wskazywać koncepcja I. I. Szmalgauzena. Dotyczy ona procesów regulacyjnych w biogeocenozie³. Autor przyjmuje, iż obiektem regulowanym w toku ewolucji jest populacja, a regulatorem — biogeocenoza. Populacja komunikuje się z biogeocenozą poprzez dwa kanały informacji. Pierwszy kanał znajduje się na poziomie molekularnym i służy do przekazywania informacji dziedzicznej od zygoty do komórek płciowych dojrzewającego osobnika. Drugi kanał, mieszczący się na poziomie organizacji osobnika, przekazuje zwrotną informację od fenotypów ku biogeocenozie za pośrednictwem „cech” czy też aktywności życiowej fenotypów. Kody dla obu tych kanałów są więc zupełnie różne. W ciągu życia osobnika odbywa się przekład z jednego kodu na drugi, lecz proces ten jest ogromnie złożony: każda cecha fenotypu zależy bowiem od genotypu wziętego w całości, a każda mutacja genu wpływa na całą organizację osobnika, tj. fenotyp. Biogeocenoza kontroluje fenotypy: eliminuje jedne w jakimś stadium ich życia, umożliwia przetrwanie innym, które wydadzą potomstwo. Jednocześnie z tym doбором fenotypów zachodzi więc dobór genotypów. Wpływ środowiska na pulę genów młodej populacji następuje drogą mutacji, która z punktu widzenia teorii informacji polega na zakłóceniach w przekazie informacji w pierwszym kanale. Nie znamy jeszcze praw rządzących naturalnymi czynnikami mutagennymi, ale — zdaniem Szmalgauzena — wśród nich przejawiać się musi wpływ fenotypów na środowisko, które przekształcają one w ciągu swego życia. W ten sposób otrzymujemy możliwość wyjaśnienia i uznania roli każdego indywiduum w procesie ewolucji. Cechy nabyte osobnika uczestniczą bowiem w przekazie zwrotnej informacji i w ten sposób, pośrednio (poprzez środowiskowe mutacje genotypów) wpływają na zmiany ewolucyjne. Ilość zwrotnej informacji określona jest przez logarytm liczby osobników. Ze względu na ich niepowtarzalność jest ogromna. Różnorodność osobników oraz izolacja ich jako jednostek informacji warunkują mobilność ewolucyjną i plastyczność populacji, co z kolei stanowi warunek jej samoregulacji. Czynniki regulujące to: mutabilność, proces płciowy, diploidalność, panmiksja i dobór stabilizujący. W określonych granicach gwarantują one stabilność struktury populacji w warunkach istniejącej biogeocenozy i jednocześnie jej plastyczność wobec zmian tych warunków w miejscu i czasie. Są nakierowane na zachowanie populacji, co jest celem nadrzędnym w stosunku do życia indywiduum. Współzawodnictwo wewnątrzgrupowe nie sprzyja życiu osobnika, ale umacnia populację umożliwiając wydanie potomstwa jedynie osobnikom o wysokiej aktywności życiowej w danych warunkach. Z kolei współzawodnictwo międzygrupowe nie sprzyja przeżyciu populacji, a nawet większych jednostek, sprzyja natomiast progresywnemu rozwojowi życia na Ziemi, powstawaniu nowych jego form. Konsekwencją doboru międzygatunkowego jest ewolucja ewolucji. Obserwujemy — pisze Szmalgauzen — iż sam proces ewolucji,

³ Pojęcie biogeocenozy wprowadzone przez Sukaczewa jest równoznaczne z pojęciem ekosystemu według Tansleya.

który rozpoczął się od przypadkowych zderzeń w chaosie zjawisk molekularnych, stopniowo skomplikował się, udoskonalił, stał się szybszy i bardziej ekonomiczny.

III

Przedstawione w części II przemiany myśli biologicznej, które nastąpiły w ciągu dwóch wieków istnienia biologii, były uwarunkowane rozwojem i zastosowaniem w biologii nauk fizykalnych, geologii i ostatnio — cybernetyki. Jednocześnie był to okres coraz mocniejszego odgradzania się biologii od nauk humanistycznych. Zjawisko to wiąże się z ideałem naukowego poznania i pojmowaniem funkcji nauk przyrodniczych w filozofii pozytywistycznej. Na terenie biologii zasadę „nauki pozytywnej” najwyraźniej sformułował Claude Bernard. Zakładając ścisły determinizm zjawisk — powiada on — nauka powinna sprowadzać się do wykrywania związków między zjawiskami, mechanizmów ich przebiegu, nie wchodząc w rozważania natury filozoficznej. Powyższa dyrektywa metodologiczna wydawała się nie tylko słuszną, ale i łatwo stosowną na gruncie maszynowej teorii organizmu i fragmentarycznego widzenia przyrody. Dowolne jej części w swym wyosobnieniu miały być przedmiotem opartego o nauki ścisłe, łatwego kierowania i użytkowania dla potrzeb człowieka. Ostatniego określenia użyłam nieprzypadkowo. Wiek XIX był bowiem okresem narodzin i rozpowszechnienia się doktryn utylitarystycznych. Głoszona przez Benthama i Milla zasada użyteczności miała obowiązywać zarówno w stosunkach międzyludzkich, jak i w stosunku człowieka do przyrody. Wąsko utylitarny stosunek do przyrody znalazł uzasadnienie również w mechanistycznej wersji teorii ewolucji. Pojęcie walki o byt stało się jej centralną kategorią. Oznaczało ono przede wszystkim przeciwstawienie istot żywych środowisku, w którym przecież stale muszą pokonywać różne przeszkody w walce o pożywienie i przestrzeń życiową, głównie — w walce między sobą. Ekstrapolacja tak pojętych praw ewolucji na społeczeństwa ludzkie pozwalała interpretować każdą formę działalności człowieka jako konieczny przejaw walki o byt. W ten sposób powołanie się na nieubłagane „prawa przyrody” dawało możliwość usprawiedliwienia eksploatacji człowieka i przyrody w ramach wolnokonkurencyjnego kapitalizmu. W wieku XX pragmatyzm W. Jamesa rozciągnął zasadę użyteczności, wraz z jej biologizującym uzasadnieniem, na intelektualne czynności człowieka. Według Jamesa teorie naukowe są jedynie instrumentem skutecznego działania, przystosowania świata do potrzeb podmiotu rozumianego subiektywnie. Pragmatyczna interpretacja pojęcia prawdy stawiała znak równania pomiędzy prawdziwością a użytecznością, a użyteczne było wszystko, co prowadziło do osobistego sukcesu. Głosząc pochwałę działania przynoszącego aktualną, konkretną korzyść, pragmatyzm Jamesa stał się filozofią życia, która znalazła bardzo podatny grunt, zwłaszcza w społeczności amerykańskiej. Nie trzeba dodawać, jak bardzo nie sprzyjała ona dalekowzrocznej trosce o przyszłość człowieka, która jest naczelnym motywem ochrony przyrody.

Rozpoznanie integralności i samozachowawczości (homeostazy) wszystkich układów biologicznych aż do granic biosfery włącznie — niemożliwe na gruncie mechanicyzmu — zmusiło do generalnej zmiany poglądów na miejsce i rolę człowieka w przyrodzie. Człowiek, jako gatunek biologiczny, podlega procesom regulacyjnym w obrębie układów nadorganizmalnych.

Jego środowisko jest systemem ogromnie złożonych sprzężeń zwrotnych. Każda ingerencja ze strony techniki stanowi względem ewolucji czynnik zewnętrzny, zakłócający dotychczasową równowagę środowiska, uruchamiający rozmaite mechanizmy kompensacyjne, zarówno w poszczególnych ekosystemach, jak i całej biosferze. Skutki każdego nowego stanu równowagi są wciąż nieprzewidywalne w całej ich rozciągłości. Łańcuch niepożądanych zjawisk, jaki pociągnęło za sobą nadużywanie DDT w różnych krajach, dowodzi, iż mogą one stanowić groźną niespodziankę już po krótkim okresie czasu.

Cybernetyczna analiza mechanizmów regulujących procesy ewolucyjne, której dokonał Szmalgauzen, bywa odczytywana w sposób nader optymistyczny: ewolucja coraz lepiej „daje sobie radę” z zakłóceniami środowiska. Należy jednak przypuszczać, iż zarówno dla każdego gatunku, jak i dla całej biosfery możliwości sprostania zakłóceniom, a tym samym — przeżycia, są ograniczone. Do chwili „eksplozji” cywilizacji czynnikami zakłócającymi, na które odpowiadała ewolucja i na których się „uczyła”, były naturalne. Cywilizacja stanowi siłę pozabiologiczną i efekty dotychczasowego żywiołowego jej rozwoju są jawnie destrukcyjne.

Teoria ewolucji nie uwzględnia skutków oddziaływania kultury na przyrodę i w tym sensie jest idealizacją rzeczywistości. Nauka będzie jednak musiała zająć się wkomponowaniem działalności człowieka do tego modelu. Nastreczy to wiele nowych problemów, których biologia sama nie rozwiąże.

Nie wydaje się zatem słuszny pogląd, wyrażany niekiedy przez ewolucjonistów, iż rozum, jako najlepsze narzędzie adaptacji, uczyni *ex definitione* byt człowieka jeszcze bardziej niezależnym od zmian środowiska, a zarazem najlepiej z nim zharmonizowanym. Taka ufność w zabezpieczenie gatunku ludzkiego przez same prawa ewolucji kryje w sobie założenie *a priori*, że jest on jej ostatecznym i najdoskonalszym tworem. Zaobserwowane fakty kazalyby natomiast wziąć sobie do serca raczej pesymistyczne uwagi S. Lema: „Na razie wciąż skrajna amplituda zakłócenia, jakie by przetrwały formy niższe, jest większa od tej, którą zniosłyby formy wyższe, wraz z człowiekiem. (...) Co prawda rozum też pozwala nam tę nierówność dostrzec, a przez to i nakierować odpowiednio cywilizacyjne wysiłki. Lecz to, co przejawia się w długich seriach czasowych jako wynik nieuchronny procesu, w czysto fizykalnym rozumieniu (...) przedstawia jedną wielką regulacyjną automatykę, którą tak zwane rozumne działania łatwiej naruszają i niszczą, aniżeli podtrzymywać umieją. Gdyż, jakkolwiek jest w interesie człowieka, instrumentalnie rozumianym, ocalanie biosfery, akcja ta nie nazbyt dobrze mu się udaje — na wielu jej frontach.” (str. 72—73).

Z drugiej strony, utopijne i naiwne byłoby żądanie jakiegoś „powrotu do natury” w znaczeniu rezygnacji z rozwoju miast i przemysłu, z komunikacji i uprawy roli. Byłaby to postawa przeciwstawna dewizie walki z przyrodą, ale oparta na tym samym przekonaniu, że istnieje zasadnicza sprzeczność między cywilizacją a przyrodą. Naukowa analiza problemu dowodzi, iż jest ono z gruntu fałszywe. Wypowiedzi ekonomistów i technologów wskazują na praktyczne możliwości zagospodarowania terenów na zasadach ekologicznych. Zasady te powinna i może określać nauka o ochronie przyrody na mocy całej wiedzy o biosferze i człowieku, uwzględniając szeroko pojęte skutki biologiczne, psychologiczne i społeczne każdej decyzji technicznej.

Konieczne staje się w tym celu spotkanie na jej terenie biologii z humanistyką. Teza ta wymaga pewnego sprecyzowania.

Zadaniem biologii, jak każdej nauki, jest obiektywny opis rzeczywistych procesów i stosunków w przyrodzie. Jak powiedziano wyżej, treść teorii naukowych jest neutralna wobec wartości autonomicznych, ponieważ wywodzą się one nie z nauki, lecz z kultury. Fakt ten staje się jednak powodem nieporozumień, jeśli upatruje się w nim przyczynę zupełnie innego, niezależnego odeń zjawiska — obojętności uczonych wobec moralnego charakteru zastosowań ich odkryć. Socjologowie wiedzy uważają, iż jest to jedna z konsekwencji ogólnego rozbratu świata nauki z kulturą humanistyczną, na który złożyły się rozmaite czynniki społeczne i polityczne. Wytworzyły one przekonanie, że jedynym obowiązkiem uczonego jest dążenie do odkrycia prawdy, że cała reszta może leżeć poza sferą jego zainteresowań, a przede wszystkim — odpowiedzialności moralnej. Życie skompromitowało taką postawę. Drastyczny jest przykład próżnych zabiegów ze strony fizyków, by skonstruowana dzięki nim bomba atomowa nie została użyta w wojnie z Japonią. I kiedy skutki wybuchów bomb atomowych przeraziły świat, okazało się, iż neutralni, służący tylko prawdzie uczeni nie mogą uciec od odpowiedzialności za te fakty.

Czyż podobny los nie zagraża biologom?

Już teraz wielu z nich wyraża obawy, czy odkrycia genetyki, neurofizjologii, biocybernetyki wreszcie nie zostaną wykorzystane w celach zbrodniczych. Wnioski autorów, którzy widzą to niebezpieczeństwo, są różne. Jedni przyjmują postawę antyscjentystyczną i nawołują do zahamowania postępu badań przyrodniczych, inni widzą sposób usunięcia tej groźby w tzw. „humanizacji” nauk przyrodniczych, która miałaby jakoś zabezpieczyć naczelne wartości kultury przez naukę samą. Napotykanie w literaturze wywody uzasadniające jeden albo drugi z tych wniosków zdają się opierać na pomieszaniu problemu oceny moralnej celów, których realizacji nauka może służyć, ze sprawą etycznej neutralności jej treści.

W rzeczywistości chodzi zaś o humanizację zastosowań nauki.

Nauka o ochronie przyrody pozostaje w służbie tej idei. Podobnie jak medycyna, stwarza możliwość realizacji naczelnych wartości naszej kultury — życia i zdrowia człowieka, indywiduum i gatunku. Wymaga od uczonego, by przekładał on troskę o los gatunku ludzkiego ponad doraźne zyski i korzyści poszczególnych grup społecznych, zarówno w skali światowej, kontynentalnej, jak i państwowej.

LITERATURA

- [1] L. von Bertalanffy — *Modern Theories of Development*, Harper and Brothers, New York, 1962.
- [2] S. Lem — *Biologia i wartości*, *Studia Filozoficzne*, Nr 3—4, 1968, str. 35—78.
- [3] D. Lockwood — *Ja, Australijczyk*, Warszawa, Iskry, 1969.
- [4] W. Szafer — *Zarys historii ochrony przyrody w Polsce w: Ochrona przyrody i jej zasobów*, t. I pod red. W. Szafera, Kraków, 1955.
- [5] I. I. Szmalgauzen — *Kibernetičeskie woprosy biologii*, izd. Nauka, Nowosybirsk, 1968.
- [6] W. I. Wernadski — *Chemiczeskoje strojenije biosfery Ziemli i jeje okruženija*, izd. Nauka, Moskwa, 1965.

INTEGRACJA STRUKTURY I FUNKCJI NA POZIOMIE MOLEKULARNYM*

Zagadnienie integracji struktury i funkcji leży całkowicie w zasięgu pojęcia biologii molekularnej i dlatego pragnę na wstępie dorzucić kilka uwag do toczącej się obecnie u nas, podobnie jak i na całym świecie, dyskusji o konieczności odmiennego niż dotychczas ustosunkowania się biologów do wszystkich zjawisk życia. Chodzi tu mianowicie zarówno o powiększenie warsztatu pracy o nowe metody, jak i o nowy sposób interpretacji, co dopiero razem składa się na tzw. biologię molekularną.

Wobec wielkiego zainteresowania tym problemem, jakie wzbudziły wypowiedzi prelegentów: prof. W. Gajewskiego i prof. A. Horsta oraz licznych dyskutantów na Zgromadzeniu Ogólnym PAN, opublikowane zresztą w „Kosmosie” A [1, 2], uważam za celowe podać na wstępie genezę biologii molekularnej jako pojęcia szerszego niż genetyka molekularna sensu stricto [3, 4].

Jednym z twórców tego terminu był, co może dziwić, fizyk, Astbury, który podał następującą definicję: „Biologia molekularna zajmuje się formami cząstek biologicznych oraz ich ewolucją i różnicowaniem w miarę narastania poziomów organizacji. Biologia molekularna jest nauką trójwymiarową i strukturalną, co jednak nie oznacza, iż stanowi tylko wysubtelnienie morfologii, równocześnie bowiem bada genezę i funkcję tych form” [3].

Po ustaleniu w 1953 r. budowy cząsteczki DNA definicję tę trzeba było rozszerzyć o genetykę molekularną. Kendrew zauważył jednak [3], że chociaż genetycy molekularni pracują nad podwójną spiralą DNA, ich zainteresowanie strukturą jest nie tyle geometryczne, a więc trójwymiarowe, co topologiczne (wg jego określenia jednowymiarowe) i dotyczy charakteru zasobu informacji i roli par nukleotydów w procesie replikacji.

Crick, zapytany dlaczego nazywa siebie biologiem molekularnym, odpowiedział, że prościej mu podać laikowi ten termin niż tłumaczyć, że praca jego jest kompilacją krystalografii, biofizyki, biochemii i genetyki.

Od samego początku istniały więc w biologii molekularnej dwie szkoły: strukturalna i informacyjna, czyli „trój- i jedno-wymiarowa” i ich wyznawcy wprawdzie uprzejmie słuchali się nawzajem na seminariach, ale mieli sobie do powiedzenia mniej, niżby tego można było oczekiwać.

Różnice w obu szkołach można było właściwie sprowadzić do zapatrywań na stosunek fizyki do biologii, a zarazem na biochemię. O ile szkoła informacyjna początkowo stroniła od biochemii, o tyle szkoła strukturalna

* Referat plenarny wygłoszony na IX Zjeździe Polskiego Towarzystwa Zoologicznego w Lublinie, 22–25.IX.1969 r.

stanowiła wręcz jej gałąź. Początki szkoły strukturalnej wywodzą się z Pracowni Krystalograficznej Braggów w Cambridge, których powodzenie w określaniu analizą dyfrakcyjną promieniami X budowy prostych cząsteczek zachęciło do sięgnięcia po cząsteczki bardziej skomplikowane. Współpracownicy Braggów reprezentowali pogląd, że fizjologiczne funkcje komórki można zrozumieć dopiero w oparciu o trójwymiarową konfigurację jej molekularnych składników.

W latach 1930 Astbury i Bernal rozpoczęli strukturalną analizę białek i kwasów nukleinowych uwieńczoną stwierdzeniem w 1939 r. istnienia identycznych podjednostek białkowych tworzących wirus i zasygnalizowali obecność w cząsteczce DNA jednej osi i poprzecznych elementów ustawionych w odstępach co 3,5 Å.

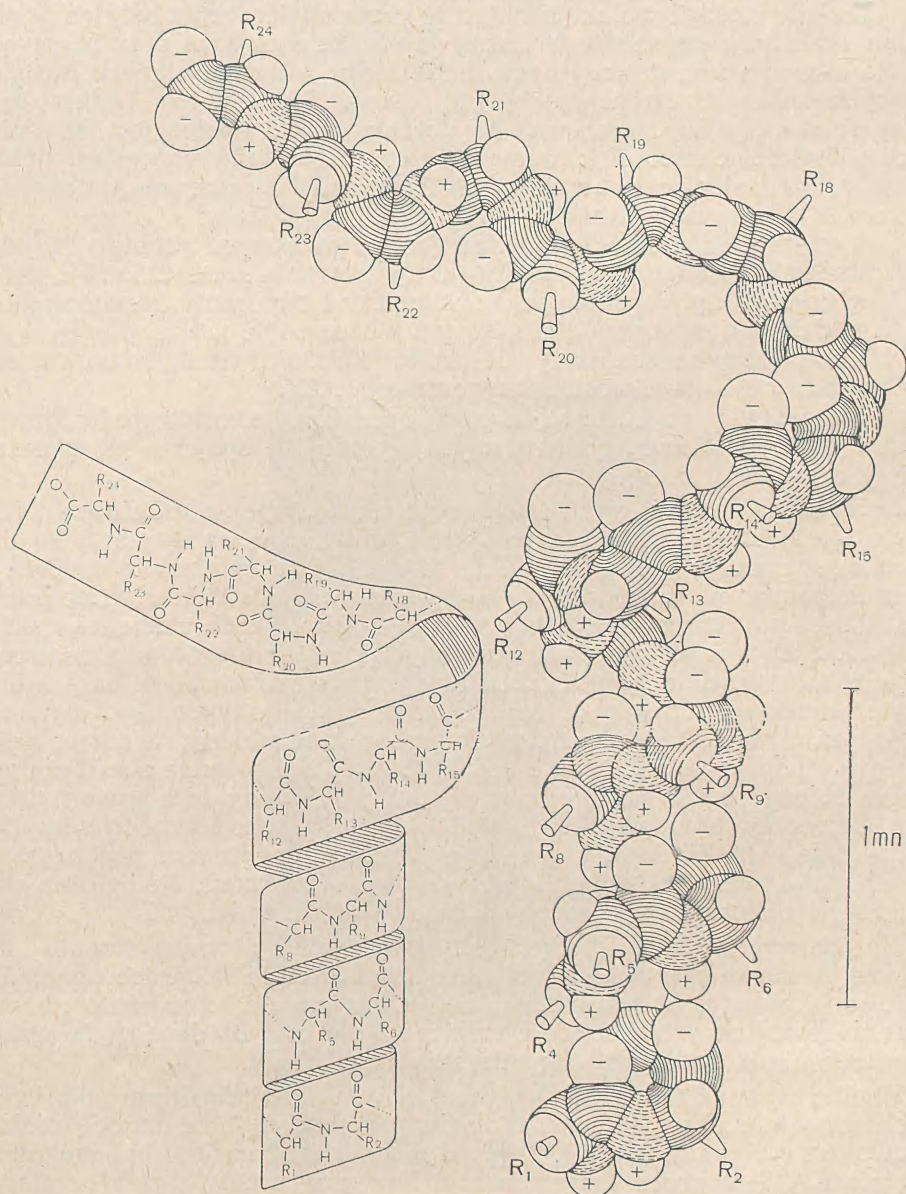
Z kolei w Kalifornii Pauling w 1950 r. wykrył α -spiralną, II-rzędową strukturę białka, co ujawniło fundamentalne dla biologii znaczenie fleksyjnych wiązań wodorowych, wrażliwych na różnorodne zmiany w otoczeniu. Warto przypomnieć, że wiązania wodorowe działają na odległość 1,0–1,4 Å, podczas gdy wiązania kowalencyjne na odległość 20 razy mniejszą.

Odkrycie Paulinga było silnym bodźcem dla Laboratorium W. L. Bragga w Anglii, gdzie Kendrew i Perutz rozwiązywali właśnie szczegóły geometrii mioglobiny i hemoglobiny, wnioskując o niej z obrazów rentgenograficznych. W ostatnich latach opracowano także geometrię całego szeregu enzymów. Dowiedzieliśmy się, że łańcuch polipeptydów fałduje się w taki sposób, że większość grup hydrofobowych zamknięta jest w środku cząsteczki, tworząc centrum aktywne, podczas gdy aminokwasy hydrofilne pozostają na zewnątrz cząsteczki. Przykładem może tu być schematyczna struktura cząsteczki α -chymotrypsyny (rys. 1) [5]. Cząsteczki białka mają zresztą wymiary widzialne w mikroskopie elektronowym, zwłaszcza przy zastosowaniu wybarwienia negatywowego (rys. 2). Wyjaśnienie struktury cząsteczki było więc rzeczywiście domeną, w której fizyka mogła znacznie pomóc biologii.

Tymczasem szkoła informacyjna wystartowała z diametralnie różnej, raczej mało prawdopodobnej przesłanki, zakładającej, że biologia może wnieść nowe wartości poznawcze do fizyki. Sam Niels Bohr uważał, że pewne zjawiska biologiczne mogą być niewytłumaczalne prawami fizyki konwencjonalnej, i ten punkt widzenia rozwijał uczeń Bohra, Delbrück, poszukując tzw. cząstek genów. Erwin Schrödinger w swej książce „What is Life” [7] wykazał jednak zgodność termodynamiczną organizmów żywych z prawami fizyki, przy założeniu, że unikają one stanu rozproszenia, karmiąc się tzw. „ujemną entropią”, której ostatecznym źródłem jest słońce. Całą więc uwagę skierował tylko na wykrycie fizycznej bazy dla przekazywania informacji i już wtedy zaproponował, że trwałość genu polega na aperiodyczno-krystalicznej budowie chromosomu. Miałby on zawierać niewielką ilość elementów izomerycznych, których sukcesja reprezentowałaby kod genetyczny, analogicznie do alfabetu Morse’a. Tak więc rozpoczęło się poszukiwanie „nowych praw fizyki” ukrytych w organizacji biologicznej komórki, którą uważano za swego rodzaju zapis historyczny miliardów lat, a więc za jakąś funkcję czasu raczej niż za stan fizyczny.

Były to oczywiście poglądy nowatorskie i pociągały tylko niespokojne i żywe umysły, dając początek w 1938 r. swego rodzaju romantycznej

fazie badań nad genetyką fagów. Przełomem w tych badaniach szkoły informacyjnej było, inspirowane odkryciem przez Paulinga α -spirały białka, sformułowanie przez Watsona i Cricka modelu budowy DNA i sekwencji nukleotydów. W ten sposób upadła nadzieja na odkrycie nowych praw fizyki, cały bowiem proces replikacji genetycznej sprowadzony został do pęknięcia i powstawania wspomnianych już wiązań wodorowych (rys. 3) [8].



Rys. 1. α -spiralna, II-rzędowa struktura białka, wg Paulinga

Tak ustalono centralny dogmat biologiczny o fizycznej naturze zapisu informacji, według którego formuje się z preistniejących elementów nowa organizacja. Dogmat ten został wydatnie rozwinięty przez szczegółowe opracowanie mechanizmu syntezy białka i zaproponowanie teorii operonu przez Jacoba i Monoda. Doprowadziło to „jednowymiarowców” do zainteresowania się strukturą geometryczną cząsteczek induktora, represora, polimerazy DNA, polimerazy RNA i innych enzymów, przez co granica między obu szkołami uległa zatarciu.

Analogiczny skok dokonał się w ostatnich latach w dawnej strukturalnej szkole biologii molekularnej, a to przez stwierdzenie oscylacyjnych zmian struktury cząsteczki w czasie jej funkcjonowania oraz przez odkrycie istnienia konformacyjnych mechanizmów kontrolujących lub sterujących zdolności funkcjonalne cząsteczek. Zjawisko to, będące bezsprzecznie specyfiką biologiczną cząsteczek, znowu oparte jest na zmianach odległości chmur elektronowych i całych atomów względem siebie. Nadzieja na znalezienie nowych praw fizycznych w organizacji biologicznej zmalała więc do minimum.

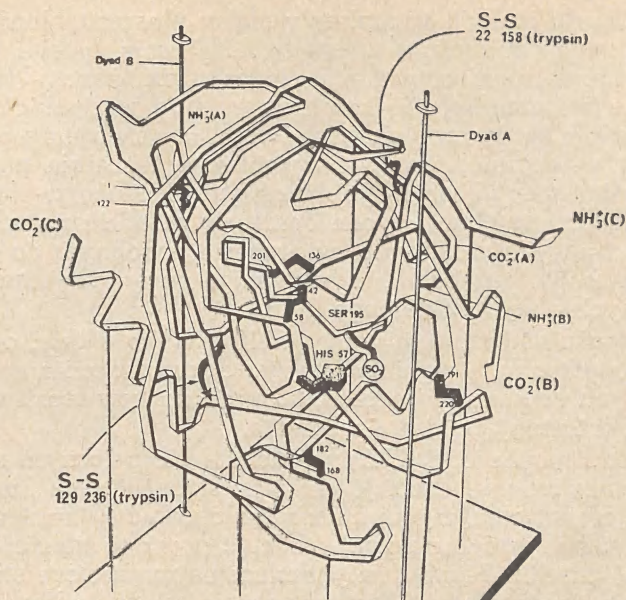
Tak pięknie zarysowana konstrukcja molekularnych podstaw zjawisk biologicznych wymaga teraz żmudnego opracowania szczegółów. I chociaż wiele procesów, np. chronologia morfogenezy i odporność immunologiczna, dalekich jest od wyjaśnienia, to już można sobie przynajmniej wyobrazić racjonalne mechanizmy molekularne różnicowania komórkowego lub powstawania przeciwciał u kręgowców [9, 10].

Skoro musimy pogodzić się z prawdopodobną jednością praw fizycznych dla układów martwych i żywych, spróbujmy spojrzeć na życie od strony organizacji cząsteczki.

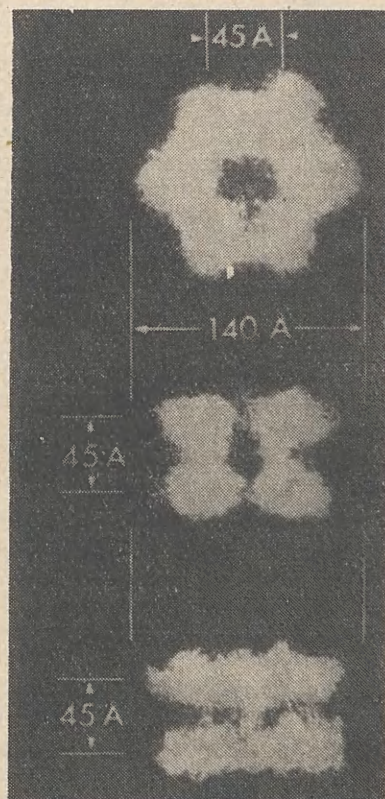
Spośród wielu możliwych i atrakcyjnych koncepcyjnie definicji życia jedna, dostatecznie szeroka i elastyczna, aby być słuszną nie tylko dla warunków naszego globu, twierdzi, że życie jest agresywną tendencją porządkowania elementów w szeregi nadrzędnych struktur. Inherentną dla takiego porządkowania jest ponadaddytywność cech elementów składowych. Zjawisko to występuje już przy łączeniu się protonu i neutronu w jądro atomu, dalej przy łączeniu jądra z elektronami w cały atom, z kolei atomów w cząsteczki, cząsteczek w agregaty typu micel czy koacervatów, a wreszcie w bardziej skomplikowane układy, tworzące podstawowe elementy strukturalne komórki. Każda nadrzędna struktura ma w tym szeregu właściwości odmienne, niżby to wynikało z prostej sumy cech elementów składowych. Organizacja biologiczna poszła tu zdecydowanie dalej niż fizyczna, której ostatnim znanym etapem jest kryształ lub szerzej struktura ciała stałego, i dlatego organizacja biologiczna stawia nas w obliczu coraz to nowych swoich właściwości.

Na poziomie makrocząsteczek możemy mówić o pewnym stopniu „inteligencji” pozwalającej im układać się spontanicznie w bardzo uporządkowane filamenty, np. mięśniowe czy kolagenowe, i to zależnie od warunków zewnętrznych. Podobnie cząsteczki białka z lipidami wytwarzają spontanicznie struktury dwuwymiarowe, czyli błony.

W obcym świecie abiotycznym, neutralnym ale niezbędnym jako źródło elementów, makrocząsteczki biologiczne „wykryły”, że energię można wyzwolić z małych cząsteczek po ich skróceniu lub rozerwaniu i zachować w postaci ATP w procesie fermentacji. Następny ważny szczebel sofistycznej cząsteczek stanowiła konstrukcja pierścienia porfirynowego, co umożliwiło fotosyntezę i fosforylację. Wreszcie układy makrocząsteczek wy-



Rys. 2. Model budowy cząsteczki α -chymotrypsyny [5]



Rys. 3. Cząsteczki syntetazy amino-acylowej wybarwione negatywowo w mikroskopie elektronowym [6]

kazały zdolność do izolacji i zamknęły się w płaszczu błony granicznej, jak np. informacja genetyczna w jądrze, produkcja energii w mitochondriach, fotosynteza w chloroplastach, złączonych razem funkcjonalnie i przestrzennie w komórkę, ten kamień węgielny wszystkich form życia. Dalej już niewiele tylko nowych właściwości obserwujemy podczas asocjacji komórek w kolonie, tkanki i organizmy. Wszelkie pozornie nowe funkcje są tylko specjalizacją tych możliwości, które w każdej prawie komórce tkwią potencjalnie; są one oparte w zasadzie na rezygnacji komórek z innych swych możliwości w procesie podobnym do ograniczania absolutnej swobody jednostek, niezbędnego przy powstawaniu społeczeństw zdolnych do samodzielnego bytu.

Jednakże ten układ struktur jest stabilny tylko o tyle, o ile jest nim np. kształt wodotrysku, i wymaga stałego doprowadzenia zarówno energii, jak i nowych elementów materii, których dopływ możliwy jest właśnie tylko dzięki istniejącej już strukturze.

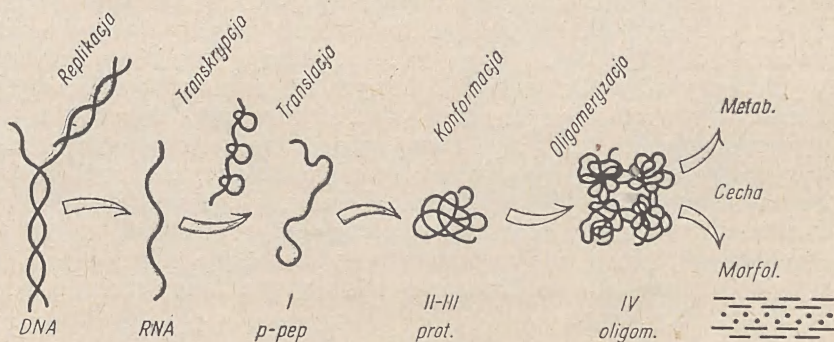
Tak więc nie można oddzielić w układzie biologicznym struktury od funkcji. Uniemożliwienie funkcji skazuje strukturę na rozpad. Wręcz dramatyczna jest łatwość, z jaką można zablokować cyjankiem układ porfyrinowy oksydazy cytochromowej i odciąć przez to komórkę od dopływu użytecznej energii. Prawie natychmiast najważniejsze struktury ulegają kolejno deterioracji, tracąc nieodwracalnie wspomniane właściwości ponadaddytywne, a wkrótce zmieniając się już w sposób nawet morfologicznie rozróżnialny.

Można jednak próbować rozpatrywać atrybuty życia w obrębie jednej cząsteczki, niezależnie od jej związania z rusztowaniem elementarnych ultrastruktur komórkowych. W tym sensie mówi się o anatomii, fizjologii, a nawet o patologii cząsteczki [2]. Funkcjonowanie cząsteczki hemoglobiny, to jest wiązanie tlenu, uzależnione jest od geometrii cząsteczki i z kolei samo geometrię tę zmienia. Pewne wrodzone defekty w tej budowie przestrzennej na tyle zmieniają zdolność wiązania tlenu, że funkcja cząsteczki staje się nieadekwatna dla organizmu. Używając termin „patologia cząsteczki” warto jednak pomyśleć, że z punktu widzenia cząsteczki każda jej funkcja jest prawidłowa przy danej geometrii, a tylko jej użyteczność dla otoczenia biotycznego ulega zmianie.

Schemat nr 4 ilustruje obecny pogląd na drogę, jaką biosynteza i kontrolowana aktywność makrocząsteczek białka realizuje proces życia począwszy od zapisu genetycznego aż po wytwarzanie fenotypowych cech osobnika. Transkrypcja informacji genetycznej, a więc synteza informacyjnego RNA jest swego rodzaju wzmocnieniem (zwielokrotnieniem) kodu. Translacja, czyli łączenie aminokwasów w zdeterminowanej kolejności w łańcuch polipeptydu wymaga już elementu strukturalnego, jakim jest rybosom. Polipeptyd przyjmuje określoną konfigurację przestrzenną, jednoznaczną w normalnych warunkach plazmatycznych, określaną jako II- i III-rzędowa struktura białka. Znaczna część tych białek formuje większe zespoły, najczęściej di- lub tetramery. Białka te łączą się w zespoły strukturalne albo rozpoczynają działalność enzymatyczną, w efekcie której wyzwala się użyteczna energia lub powstają wszelkiego typu metabolity (cechy metaboliczne). W obrębie tych metabolitów powstają również takie cząsteczki, które wewnątrz lub na zewnątrz komórki tworzą dalsze zespoły strukturalne, wyrażające się sumarycznie jako cechy morfologiczne. Każdy z wymienionych etapów jest procesem bardzo skomplikowanym i wymaga odpowiedniego aparatu enzymatycznego. Na przy-



Rys. 4. Model replikacji cząsteczki DNA [8]



Rys. 5. Schemat drogi po jakiej informacja genetyczna realizuje wykształcenie cech metabolicznych i morfologicznych

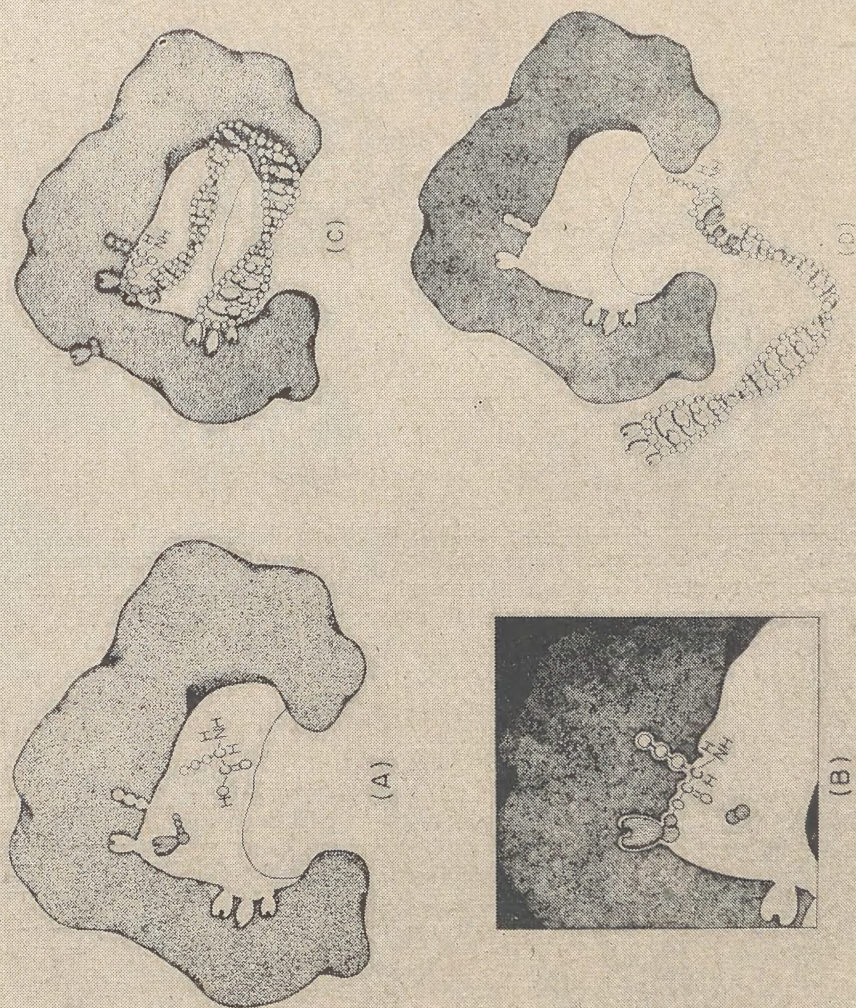
kład w procesie translacji jednym z etapów jest aktywacja aminokwasu i związanie go z odpowiednim transferowym RNA. Dokonuje tego cząsteczka enzymu syntetazy kompleksu: aminokwas tRNA, która ma wysokie wymagania względem przestrzennego ułożenia reaktantów (rys. 5) [8].

Kod genetyczny determinuje nie tylko I-rzędową ale nawet III-rzędową strukturę białka. Stwierdzono definitywnie, że linearny kształt polipeptydu przyjmuje spontanicznie formę enzymu zdeterminowaną ułożeniem przestrzennym grup, np. S—H (rys. 6) [11]. Zmuszenie enzymu do przyjęcia jakiegokolwiek konfiguracji odmiennej, np. przez zmiany warunków jonowych środowiska, daje postać nie aktywną, ponieważ nie dopuszcza do zbliżenia się tych grup polipeptydu, które dopiero razem owo centrum tworzą.

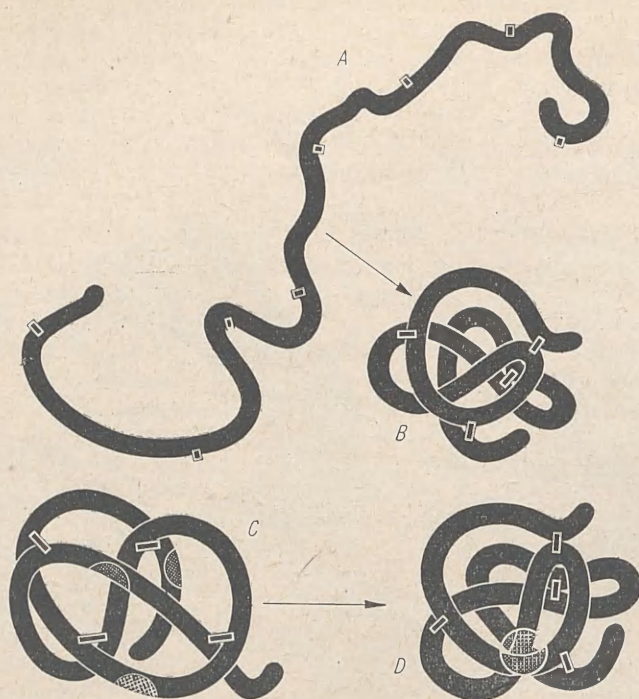
Analiza strukturalna cząsteczki enzymów ujawniła frapujące szczególności. Asymetryczna z reguły, sferoidalna cząsteczka posiada w swym wnętrzu jakby kieszonkę wyłożoną grupami hydrofobowymi i stanowiącą właśnie centrum aktywne. W momencie wnikania substratu kieszonka zwęża się o ułamki lub kilka Å, dzięki czemu możliwy staje się kontakt poszczególnych rodników z substratem i jego przekształcenie. Dobitym przykładem jest zmiana struktury u karboksypeptydazy (rys. 7) [12, 12a], gdzie stojący u wejścia szczeliny pierścieniowy fragment tyrozyny przesuwają się o 15 Å przy wniknięciu substratu. Zarazem substrat jest orientowany przestrzennie przez atom cynku związany w środku szczeliny. Zmianom konformacyjnym podlegają nie tylko enzymy, ale również inne białka pełniące np. funkcje nośników, jak hemoglobina i cytochrom c, które z uwagi na powszechność ich funkcji nazywamy czasem enzymami honoris causa. W przypadku cyt c i cyt a₃ zmiany konformacyjne dwóch cząsteczek leżących obok siebie w błonie mitochondrialnej prowadzą do zwężenia tzw. tunelu między cząsteczkami, co ułatwia przeniesienie elektronów po orbitach (rys. 8) [13]. Hemoglobina, reprezentująca wyższy, bo tetrameryczny stopień organizacji, wykazuje przy wiązaniu tlenu wymieralne w widmie krystalograficznym oscylacyjne zmiany średnicy, które prof. A. Horst nazwał obrazowo „ruchami oddechowymi”. Zmiany te sięgają aż 5 Å! (patrz rys. 2 i 4 w poz. literat. 2), a polegają na przesunięciach wiązań wodorowych pomiędzy czterema protomerami, tworzącymi hemoglobinę.

Wspomniane poprzednio zmiany konfiguracji pojedynczej cząsteczki enzymu określamy jako wzajemne dopasowywanie się enzymu i metabolitu („fit-in”). Nie tłumaczą one jednak coraz częściej obserwowanego zjawiska kontroli metabolizmu poprzez regulację doraźnej aktywności kluczowych enzymów. Oczywiście, jednym ze sposobów regulacji jest zmiana ilości wytwarzanego enzymu poprzez represję i derepresję odpowiedniego operonu, ale ten długotrwały proces traktujemy odrębnie jako adaptację enzymatyczną. Tymczasem aktywność enzymu podlega regulacji bardzo szybkiej, rzędu ułamków sekundy, która wynika z wyposażenia cząsteczki w rodzaj czujnika strukturalnego. Czujnik ten w obecności określonych, często niskocząsteczkowych związków reaguje z nimi, zmieniając równocześnie konfigurację oddalonego przestrzennie właściwego centrum aktywnego.

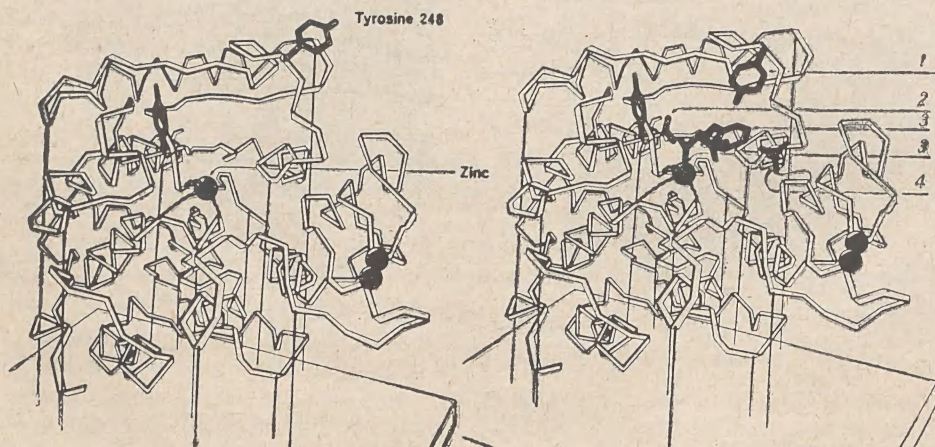
Łatwo wyobrazić sobie hamowanie działania enzymu na zasadzie współzawodnictwa o to samo centrum aktywne, przy bliskim podobieństwie strukturalnym substratu i inhibitora. Tymczasem regulację aktywności enzymu można uzyskać przez dodanie związków zupełnie od substratu odmiennych. Na przykład jedna z pochodnych aminokwasowych o 5 atomach węgla w prostym łańcuchu jest prekursorem skomplikowanego pierścienia heminy. Dodanie heminy do metabolizującego ów aminokwas enzymu hamuje jego aktywność. Zjawisko takie określamy ogólnie



Rys. 6. Ilustracja wysokiej specyficzności przestrzennej cząsteczki syntetazy amino-acylowej, łączącej zaktwowany aminokwas z t-RNA [8]

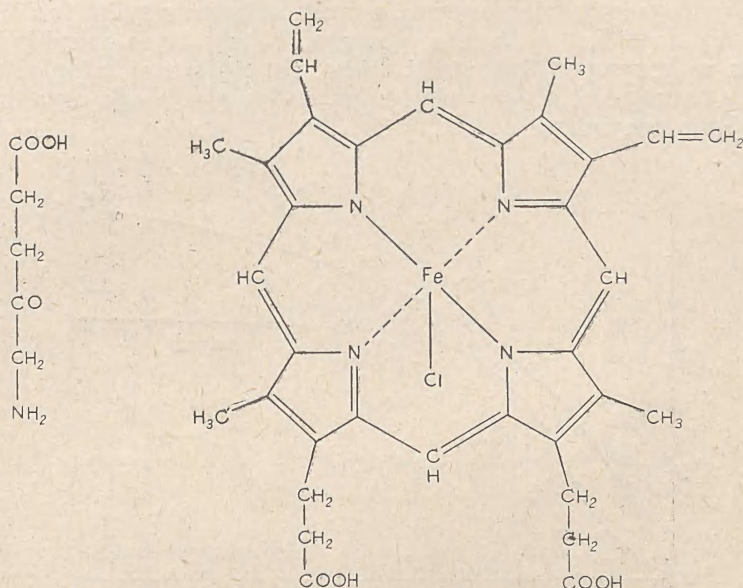


Rys. 7. Spontaniczne formowanie III-rzędowej struktury (B) białka z łańcucha polipeptydowego (A). Wymuszenie warunkami doświadczalnymi innej konfiguracji (C) uniemożliwia wytworzenie centrum aktywnego, którego istnienie uzależnione jest od jednoznacznego sąsiedztwa (D) segmentów polipeptydów [11]



Rys. 8. Zmiana konfiguracji centrum aktywnego karboksypeptydazy (lewa) po związaniu z substratem (prawa) [12]. 1 — tyrozyna 248; 2 — kwas glutaminowy 270; 3 — substrat; 4 — cynk; 5 — arginina 145

nie w terminach cybernetycznych jako hamowanie przez sprzężenie zwrotne. Nie ma tu jednak mowy, aby inhibitor mógł wejść w centrum aktywne enzymu (rys. 9) [14].

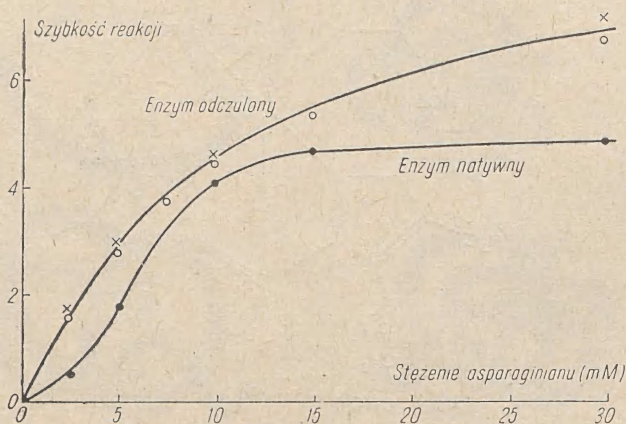


Rys. 9. Kwas δ -aminolewulinowy (po lewej) będący prekursorem heminy (po prawej). Pomimo braku podobieństwa strukturalnego, hemina hamuje syntezę kwasu δ -aminolewulinowego z prostszych prekursorów [14]

Obserwacje tego typu doprowadziły do sformułowania hipotezy o tzw. allosterycznej regulacji. Zakłada ona obecność w cząsteczce enzymu tzw. centrum allosterycznego odległego od centrum aktywnego enzymu, a specyficznego wobec określonego efektoru, czasem o odmiennej niż substrat budowie przestrzennej. Pod wpływem tego efektoru zmienia się struktura przestrzenna enzymu, ułatwiająca lub utrudniająca działanie centrum aktywnego. Z punktu widzenia efektywności enzymu, allosteryczna regulacja jest oczywiście postępem, umożliwia bowiem ekonomiczniejsze użytkowanie nowego enzymu zamiast każdorazowego hamowania lub uruchamiania operonu. Allosteryczny charakter enzymu wobec określonych efektorów łatwo rozpoznać po sigmoidalnym przebiegu krzywej kinetyki aktywacji lub hamowania przy nieobecności tych efektorów. Sigmoidalny charakter krzywej świadczy o zmienianiu się w trakcie działania enzymu jego wartości progowej. Mechanizm taki zapewnia niezwykle czułe dopasowanie aktywności enzymu do minimalnych zmian stężenia w określonym, wąskim zakresie. Okazało się dalej, że enzym allosteryczny można „odczulić” zarówno zmianą warunków fizycznych, np. temperatury, jak i jonowych, a więc zmienić konfigurację owego czujnika, np. przez wyprostowanie odpowiedniego łańcucha peptydowego. Wtedy krzywa sigmoidalna aktywności zmienia się w hiperboliczną (rys. 10) [14].

Równoległe z odkryciem allosterycznej regulacji aktywności enzymu zorientowano się, że większość kluczowych enzymów ma budowę oligomeryczną, tzn. jest złożona z identycznych lub podobnych względem sie-

bie podjednostek, zwanych protomerami, tak jak wspomniana poprzednio hemoglobina. Oczywiście, utworzenie kompleksu protomerów zwiększa możliwości przestrzennego oddziaływania na siebie struktur białkowych. Czasem dopiero utworzenie oligomeru umożliwia funkcję, jak np. w przypadku dehydrogenazy mleczanowej, a czasem zmienia tylko funkcję z nie-regulowanej na allosterycznie sterowaną. Klasycznym przykładem jest tu różnica w krzywych dysocjacji tlenu monomerowej mioglobiny z tetramerową hemoglobina. Korzyść funkcjonalna dla całego organizmu jest tu szczególnie oczywista.



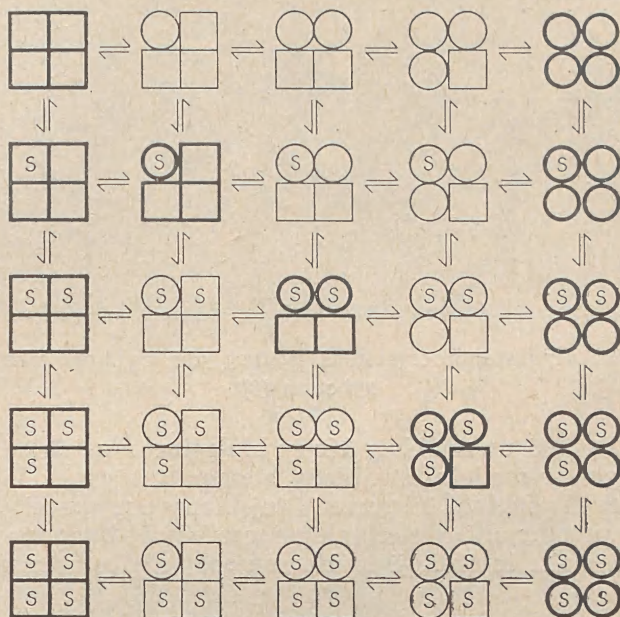
Rys. 10. Efekt kinetyczny odczulenia enzymu [14]

Zaproponowany ostatnio przez Monoda, Wymana i Changeux [15] model (tzw. model M-W-C) zakłada, że allosteryczne białka są właśnie oligomerami, w których protomery i ich stereospecyficzne centra ustawione są symetrycznie względem osi cząsteczki. Konformacja każdego protomeru ulega napięciu deformującemu przez związanie z innymi protomerami, przy czym istnieją przynajmniej dwa różne energetycznie stany, w których taki oligomer może istnieć. W ten sposób powinowactwo każdego ze stereospecyficznych centrów do odpowiedniego substratu zostaje modyfikowane przy przejściu cząsteczki z jednego stanu w drugi.

Szczegółowe wytłumaczenie zachodzących kolejno procesów jest jeszcze trudne i jedną z propozycji przedstawia rys. 11, gdzie allosteryczną regulację tłumaczy ciąg procesów cząstkowych po przekątnej od lewego górnego rogu [16]. Model oligomeryczny, na pewno słuszny dla wielu enzymów, można uważać za wyższą formę efektywności cząsteczki białka niż model Koschlanda, zakładający istnienie dwóch różnych centrów na jednym aktywnym monomerze.

Istnienie oligomerów wiąże się z występowaniem w tym samym organizmie izozymów, tzn. różnych konformacyjnie enzymów pełniących funkcje identyczne, ale niekoniecznie pełniących je tak samo. Rozróżnienie izozymów polega najczęściej na metodach „poszlakowych” (screening), np. na rozdziale elektroforetycznym opartym na różnicach w sumarycznym ładunku bocznych grup eksponowanych na zewnątrz cząsteczki. Centrum aktywne umieszczone w szczelinie środkowej może być jednak identyczne. Jest problemem otwartym, czy izozymy są dowodem nagro-

madzania się w organizmie zmutowanych obojętnie genów, gdzie mutacja dotyczyła grup bocznych, czy też jest to zapewnienie kombinacji oligomerycznej pomiędzy różnymi, najczęściej dwoma polipeptydami ste-

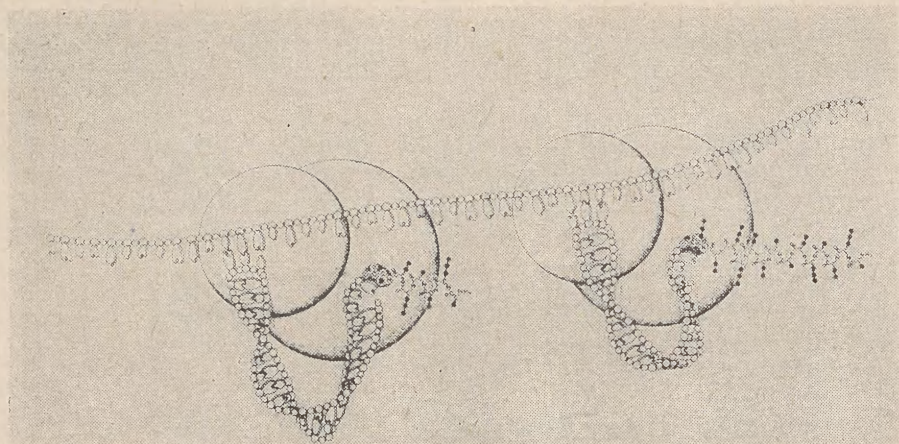


Rys. 11. Schemat tłumaczący allosteryczną regulację aktywności tetrameru [16]

rowanymi przez geny allelowe. To ostatnie ma prawdopodobnie miejsce w przypadku dehydrogenazy mleczanowej, gdzie monomery reprezentują dwa różne polipeptydy, przy czym tylko jeden jest allosterycznie sterowany, a proporcja ich występowania w tkankach wydaje się dopasowana do typu metabolizmu tych tkanek.

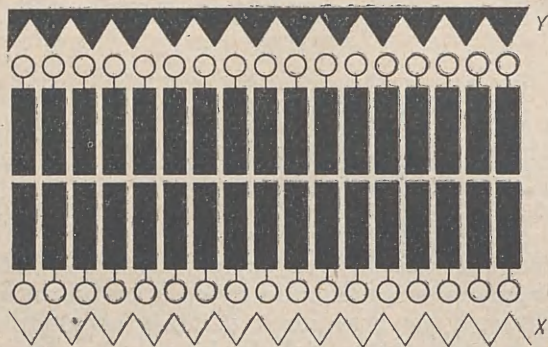
Dotychczasowe rozważania dotyczyły cząsteczek nadal stosunkowo prostych i działających w przedziale cytoplazmatycznym komórki. Jednakże tylko niektóre typy cząsteczek działają swobodnie w środowisku wodnym plazmy, a większość z nich funkcjonuje w formie związanej ze strukturami plazmatycznymi. W przypadku cząstek swobodnych zależność funkcji cząsteczki od jej struktury przestrzennej jest przedmiotem badań klasycznej kinetyki enzymatycznej, przeprowadzanych w układach izolowanych.

Dalszą realizowaną możliwością regulacji funkcji enzymu jest jego przestrzenne wiązanie ze strukturami plazmatycznymi, które po denaturacji obserwujemy w mikroskopie elektronowym i opisujemy jako ultrastrukturę. Przykładem modyfikacji i sterowania enzymu jest konieczność związania się informacyjnego DNA z koacerwatem, jakim jest rybosom, dla przeprowadzenia syntezy łańcuchów peptydowych (rys. 12) [8]. Odpowiednio urządzeniem dla syntezy bardzo długich polipeptydów jest ergastoplazma eukariontów. Najpowszechniejsza struktura biologiczna, czyli błony plazmatyczne, ma tak ogromną powierzchnię, że większość enzymów działa właśnie w zetknięciu z nią lub wręcz wchodząc w skład



Rys. 12. Schemat wydłużania cząsteczki polipeptydu na kompleksie: m-RNA — rybosom [8]

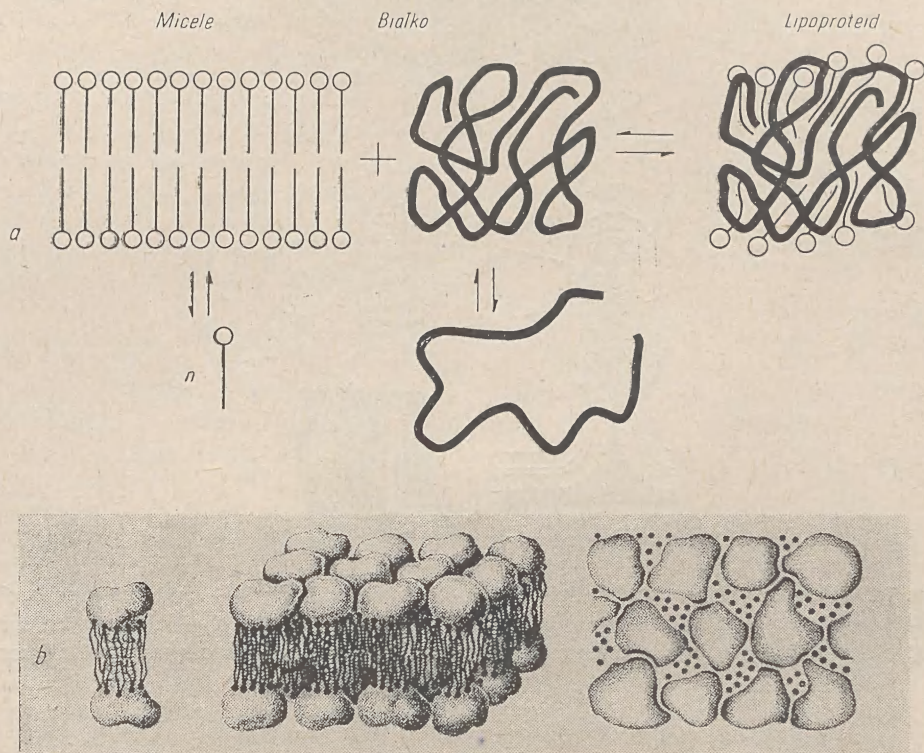
samej błony. Dopóki uważaliśmy błony biologiczne za układ warstw monomolekularnych w modelu tzw. błony elementarnej (rys. 13) [18], pewną trudność stanowił problem inkrustacji tej błony enzymami. Ostatnio jednak jesteśmy przekonani o nieciągłej, mozaikowej budowie błony, która powstaje jako efekt interakcji konformującej się ostatecznie cząsteczki



Rys. 13. Schemat elementarnej budowy błony komórkowej wg Robertsona [17].
X — monomolekularna warstwa białka od strony cytoplazmy; Y — analogiczna warstwa białka od zewnętrznej strony komórki [18]

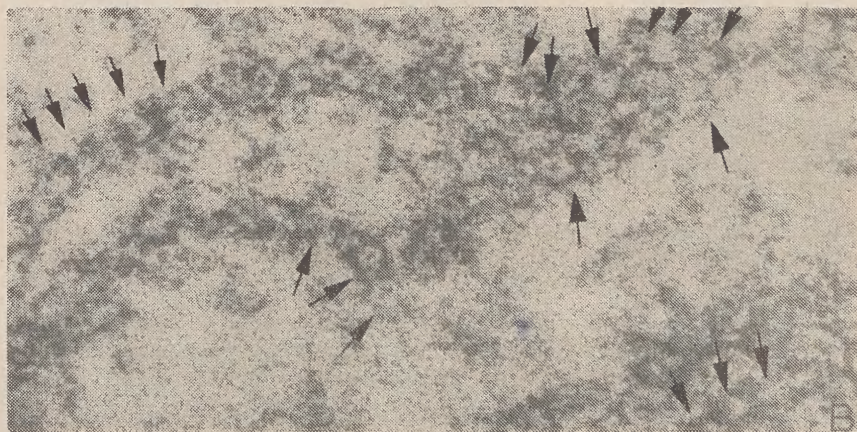
białka z cząsteczkami lipidów (rys. 14) [19]. W przypadku błon mitochondrialnych Sjöstrand udowodniał globularną budowę błony łągodnie utrwalonej (rys. 15). To pozwala obecnie na interpretowanie np. wewnętrznej błony mitochondrialnej jako mozaiki wielu różnych, stechiometrycznie ustawionych białek i ich koenzymów, przy czym funkcją koenzymów jest prawdopodobnie rytmiczne zmienianie konfiguracji w centrum aktywnym (rys. 16). Charakterystyczny buławkowaty wygląd takich globularnych kompleksów w mikroskopie elektronowym jest podstawą nazwania ich trójczłonowymi jednostkami (dawniej oksyzomami). I właśnie w przypadku mitochondrium wiemy, że uszkodzenie tej struk-

tury najpierw znosi kontrolę nad podstawową funkcją organeli, tj. produkcją ATP i transportem elektronów, a później stopniowo niszczy samą funkcję. Poszczególne enzymy wyizolowane z takiego zespołu strukturo-

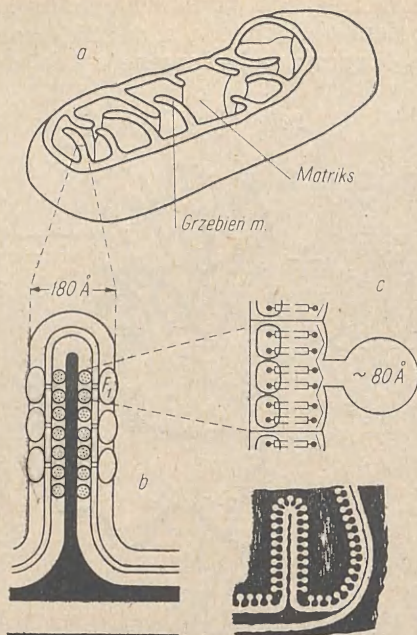


Rys. 14. a: schemat powstawania zespołu lipoproteidowego jako podstawowego elementu błony biologicznej [19]

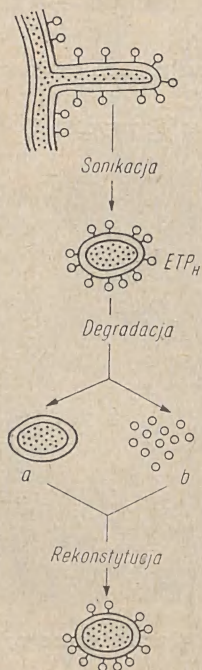
b: model molekularnej struktury błon komórkowych [19]



Rys. 15. Mikrofotografia elektronowa błony retikulum plazmatycznego, wykazująca jej globularną strukturę [20]



Rys. 16. Ultrastruktura mitochondrium. *a* — schemat ogólny; *b* — budowa grzebieńa wg Chance'a; *c* — molekularny schemat budowy wg Greena; *d* — obraz w mikroskopie elektronowym, wybarwienie negatywowe; F_1 — czynnik sprzęgający (Rackera)



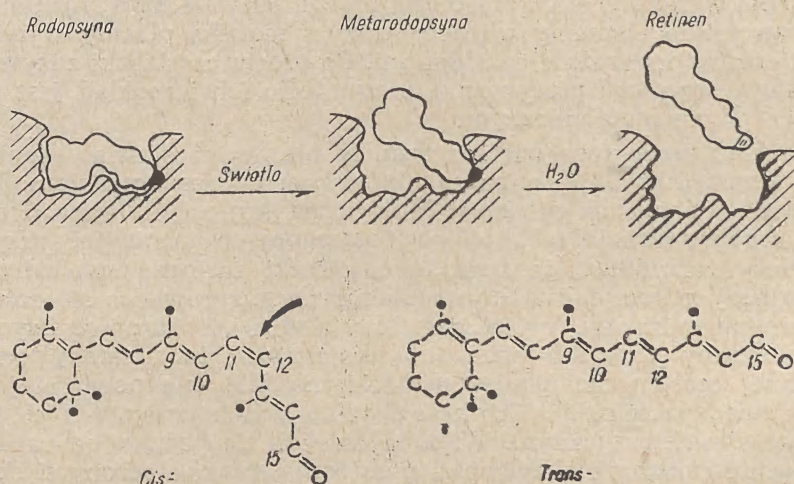
Rys. 17. Schemat doświadczenia Rackera [21] nad izolowaniem ATP-azy z wewnętrznych błon mitochondrialnych. (b) — enzym izolowany jest niewrażliwy na oligomycynę, a po rekonstrukcji wrażliwość ta powraca. $b = F_1$ w rys. 16 ETP_H = fragment jeszcze fosforylujący

wego wykazują zmienione właściwości. Na przykład Racker [21] w doświadczeniu typu rekonstrukcyjnego, wyizolował z mitochondriów ATPazę, która ma inne właściwości niż przed wyrwaniem jej z błony i odzyskuje ponownie właściwości pierwotne po sztucznym złączeniu z błoną mitochondrialną (rys. 17). Zjawisko to zostało nazwane allotopią i stanowi bardziej wyrafinowaną formę regulacji allosterycznej. Oczywiście, związanie białka ze strukturą powinno pociągnąć za sobą albo zmianę konformacji cząsteczki, albo jej napięcie strukturalne, albo też odsłonięcie dostępu do centrum aktywnego. Podobną sytuację jak w mitochondriach obserwujemy w chloroplastach, gdzie jednostka funkcjonalna, czyli kwantosom, jest agregatem wielu enzymów i takich kofaktorów, jak np. chlorofil. Prawdopodobnie dopiero uporządkowanie cząsteczek chlorofilu umożliwia, na zasadzie rezonansu paramagnetycznego, wykorzystanie kwantów światła do fotolizy wody.

Dalszym przykładem, którego nie można pominąć, jest odwracalne uzupełnianie wyspecjalizowanej struktury błoniastej przecika oka (rys. 18) [22]. Zawarte w tej błonie białko, opsyna, wiąże się stereospecyficznie z zagiętą formą cis związku zwanego retinenem. Kwant światła padający na retinen powoduje jego izomeryzację, tj. po prostu skrócenie cząsteczki wokół jednego z atomów. W efekcie łańcuch izoprenowy retinenu zostaje wyprostowany i traci łączność z opsyną. To prowadzi do rozluźnienia napięcia konformacyjnego w cząsteczce tego białka i staje się początkiem pobudzenia nerwowego, stanowiąc tym samym właściwy mechanizm wizji, czyli odbierania bodźców świetlnych.

O znaczeniu struktur i ich uporządkowania dla funkcji świadczy fakt, że woda w tkankach o wysokim uporządkowaniu elementów (mięśnie i osłonki mielinowe nerwu) ma strukturę krystaliczną [23], a przynajmniej ruchliwość jej cząsteczek jest w znacznym stopniu ograniczona, co wykazano przy pomocy pomiaru rezonansu jądrowego [24]. Ma to oczywiście głębokie konsekwencje z uwagi na usztywnienie wiązań wodorowych, tak istotnych dla polimeryzacji białek.

O znaczeniu związania strukturalnego dla aktywności enzymu mówi



Rys. 18. Schemat molekularnej bazy procesu wizji (objaśnienie w tekście)

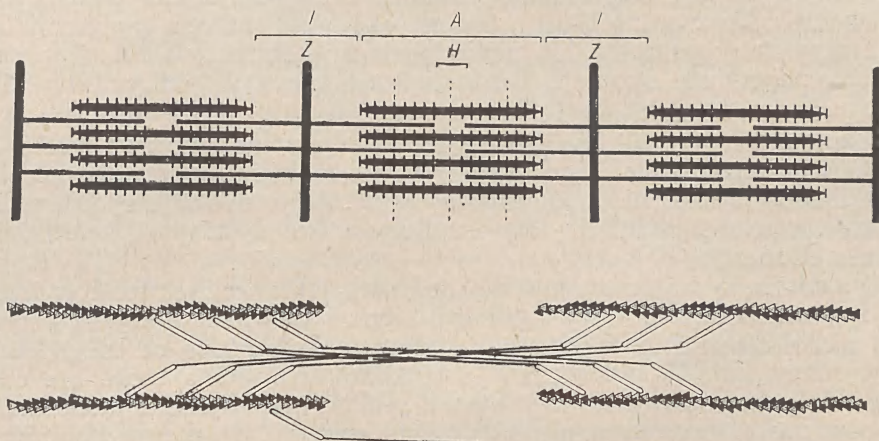
ciekawe stwierdzenie z dziedziny biogenezy mitochondriów. Przyjmujemy dziś, że mitochondrium ma własny, choć ograniczony genom kontrolujący syntezę tzw. strukturalnych białek budujących rusztowanie strukturalne błony mitochondrialnej. Tymczasem większość enzymów syntetyzowana jest w cytoplazmie pod kontrolą genomu jądrowego. Dopiero później enzymy te, jeszcze nieczynne, wiążą się z owym rusztowaniem strukturalnym błony i wtedy ujawniają wysoką aktywność. Sytuację taką stwierdzono w układzie izolowanym, na przykładzie *Neurospora crassa* [25]. Gdy jednak zamiast normalnego białka strukturalnego mitochondriów podstawia się mitochondrialne białko strukturalne pochodzące z pewnego mutantu *N. crassa*, enzym złączony z tym zmienionym białkiem wykazuje aktywność 500 razy mniejszą. Dowodzi to wysokiej specyficzności wiązania enzymu ze strukturą błony, umożliwiającej dopiero enzymowi aktywność.

Klasycznym przykładem jedności struktury i funkcji jest od dawna mięsień. W powszechnie dziś przyjętej hipotezie skurczu mięśnia zaproponowanej przez Huxleya [26] wysoko wyspecjalizowane cząsteczki aktyny i miozyny przesuwają się ślizgowo względem siebie na koszt energii ATP. Aktyna złączona z miozyną wykazuje aktywność ATP-azową ogromnie stymulowaną wapniem, o ile preparat nie jest zbyt czysty. Wiemy, że właśnie wapń zwalniany odwracalnie z układu tubularnego jest regulatorem skurczu. Tymczasem bardzo czysta aktyna i miozyna nie podlega już regulacji przez wapń i od razu wykazuje aktywność ATP-azową, czyli staje się w pełni aktywnym enzymem. Dopiero od dwóch lat wiemy o istnieniu nowego białka, troponiny, której zadaniem jest uczulenie aktyny i miozyny na regulacyjny wpływ wapnia. Jest to jeden z najbardziej skomplikowanych przykładów sterowania enzymem, który sam jest strukturą mechaniczną (rys. 19). Troponina odgrywa rolę centrum allosterycznego wiążącego wapń, przez co geometria całego kompleksu ulega napięciu wywołującemu aktywację właściwego centrum ATP-azy i na koszt rozkładu ATP odbywa się dalsze napięcie struktury obserwowane sumarycznie jako skurcz mięśnia.

To, czego dowiedzieliśmy się o niezwykle szybkich ruchach pulsujących, jakie wykonują stale cząsteczki białka, pozwala nam zrozumieć dlaczego wszystkie elementy ultrastruktury i matriks plazmy wymieniają się tak często, przeważnie co kilka dni. Po prostu cząsteczki zużywają się i przestają pracować precyzyjnie, a usunięcie ich i rozkład jest obroną przed defektem metabolicznym.

Wszystko przemawia więc za tym, że nie można stawiać granicy pomiędzy cząsteczką a jej supramolekularnym uporządkowaniem. Wprost przeciwnie, tu właśnie zależność biologiczna jest najsilniejsza. I dlatego biologia molekularna musi objąć oba te poziomy organizacyjne, przy czym nie należy zapominać, że funkcja cząsteczki zarówno swobodnej, jak i działającej w kompleksie supramolekularnym sprowadza się do działania wolnych rodników, a więc energii orbitali i innych pojęć fizycznych, które tłumaczy już tylko mechanika kwantowa. I tu, u samej podstawy, nazywanej czasem biologią submolekularną [23], nie powinno już być różnicy między biologią a fizyką ani w metodach pracy, ani w użytym warsztacie matematycznym. Więż ta zatraca się jednak na razie przy badaniach struktury i aktywności makrocząsteczek, otoczonych chmurami elektronów, które umykają prostemu rachunkowi matematycznemu, aż wreszcie staje się raczej efemeryczna na poziomie supramolekularnym.

Dzieje się tak dlatego, że funkcją ultrastrukturalnego uporządkowania jest właśnie uprawdopodobnienie takich procesów, które są co prawda według fizyki możliwe, ale niezmiernie mało prawdopodobne w abiotycznym układzie dyspersyjnym. Przykładem jest tu kierunkowy, kontrolowany transport elektronów i wytwarzanie ATP, albo fotoliza wody w warunkach, które nie byłyby katastrofalnymi dla otoczenia biotycznego.



Rys. 19. Schemat ułożenia w mięśniu filamentów miozyny (grubsze w centrum) oraz aktyny (cieńsze, podłużne) wg Huxley'a. Dolna część rysunku przedstawia sposób, w jaki monomery białkowe polimeryzują tworząc filamenty aktyny i miozyny (w centrum). Wg Huxley'a

Te trzy omówione poziomy organizacji stanowią właśnie domenę biologii molekularnej, która zakresem swym obejmuje zarówno sposób determinacji struktury w kodzie genetycznym, jak i mechanizm realizacji tego kodu. Realizacja ta zachodzi kolejno poprzez wielokrotne obroty informacyjnego DNA działającego jak wzmacniacz, przez wytworzenie molekuł linearnych, ich późniejszą konfigurację, realizowaną w warunkach otoczenia, przez zmiany funkcjonalne i geometryczne wynikające z przemian tego otoczenia (np. regulacja allosteryczna w wyniku nagromadzenia oddalonego substratu czy produktu) i przez modyfikacje towarzyszące wbudowywaniu makrocząsteczek w nowe struktury. Każdy proces, a więc i wytwarzanie nowej cechy metabolicznej czy morfologicznej, szczególnie łatwo dostrzegalne w rozwoju ontogenetycznym, inicjowany jest pobudzeniem symbolicznego czujnika. Czujnikiem tym są właśnie swobodne lub wbudowane w struktury cząsteczki, a raczej pewne ich fragmenty. Czy będą to represory, induktory embrionalne czy hormony, zawsze mamy w efekcie do czynienia z mechanizmem, który ostatecznie leży w kompetencji fizyka. W kompetencji, ale na razie jeszcze, niestety, nie w jego możliwościach. I dlatego jako biologowie nie mamy powodów do odczuwania kompleksu niższości, możemy bowiem wnieść fizykom ogromne bogactwo zagadnień o dużym stopniu komplikacji i różnorodności, nad którymi praca będzie korzyścią dla obu stron.

Umożliwienie wglądu w geometrię przestrzenną cząsteczki białka pozwala na przebadanie różnic w budowie tych białek zarówno pomiędzy osobnikami tego samego, jak i różnych gatunków. Dużą niespodzianką

jest stwierdzenie znacznych różnic w składzie aminokwasowym wielu białek, które mimo to najwyraźniej nadal mogą pełnić swoją funkcję. Stosunkowo liczne obserwacje tego typu zmieniają nasz pogląd na częstotliwość mutacji i rzutują na współczesne pojmowanie ewolucji [27]. Oto niektóre wnioski w skrócie: cistron, czyli jednostka informacyjna nici DNA, odpowiedzialna za syntezę białka o określonej sekwencji aminokwasów, podlega stosunkowo częstym mutacjom; para nukleotydów w kodonie odtwarza się błędnie raz na około pół miliona replikacji. Ten błąd, wywołany pomyłką lub uszkodzeniem polimerazy DNA, jest właśnie siłą napędową ewolucji. Konsekwencje błędu w jednym lub kilku kodonach danego genu mogą być następujące:

1) zmiana trójki w kodonie dotyczy trzeciego nukleotydu i wtedy kodon oznacza nadal ten sam aminokwas, nie zmieniając przez to absolutnie składu i konfiguracji tworzonego białka. Są to mutacje synonimiczne i stanowią prawdopodobnie 25% możliwych. Nie są adaptatywne i dobór ich nie eliminuje;

2) zmiana w kodonie prowadzi do zastąpienia aminokwasu w białku innym aminokwasem, który może być albo równoważący swą strukturą i orbitalami z aminokwasem zastąpionym (a), albo od niego całkowicie różny, (b). W pierwszym przypadku (a) mutacja może nie odbić się na dotychczasowej funkcjonalności białka, nawet jeśli zmiana aminokwasów nastąpiła w centrum aktywnym enzymu. W przypadku różniących się aminokwasów (b) każda zmiana w centrum aktywnym lub centrum allosterycznym zmieni odpowiednio funkcję lub sterowność enzymu. Jeśli jednak zamiana dotyczy peryferii cząsteczki, może to w niczym nie odbić się na dotychczasowej funkcji, a jedynie zmienić uboczne właściwości białka, np. ruchliwość elektroforetyczną lub właściwości immunologiczne. Ten ostatni typ zmian, nie naruszający metabolicznej funkcji białka, uważać można za mutację obojętną, która w niezmienionych warunkach otoczenia nie ma żadnej wartości selekcyjnej. Im mniej centrów allosterycznych, tym mniej skomplikowane sterowanie enzymu i tym większa szansa, że mutacja jest obojętna. Odwrotnie, im większe wymagania geometryczne funkcji białkowej, tym mniejsza szansa mutacji obojętnej. Gdy więc u bakterii i niższych form organizmów eukariotycznych obserwujemy na poziomie białek ponad 60% mutacji obojętnych, to u kręgowców jest ich tylko około 10%. Mutacje zmieniające centrum aktywne są niewykrywalne, bo organizm ginie we wczesnym stadium rozwoju. Pewną część tych mutacji letalnych wykrywamy w sytuacjach patologicznych, np. w hemoglobinie. Zarazem jednak znamy w hemoglobinie człowieka dużą ilość mutacji obojętnych objawiających się podstawieniami różnych aminokwasów na peryferiach cząsteczki.

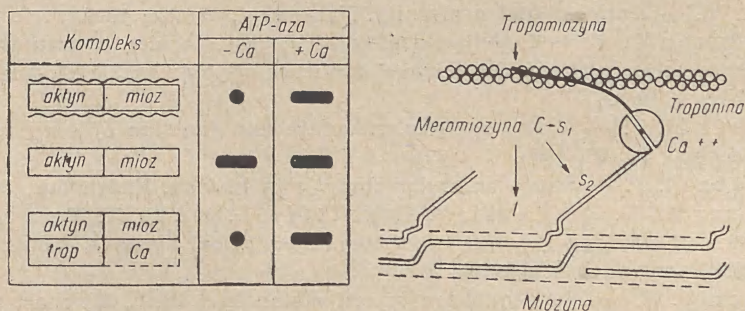
Z drugiej strony, niezależnie od poziomu ewolucyjnego możemy wyróżnić takie białka, w których ilość podstawień aminokwasów jest ogromna, np. 22 w hemoglobinie, a 12 w cytochromie c, oraz takie, gdzie każde podstawienie aminokwasu jest z reguły letalne. Przykładem tego ostatniego jest IV histon, który wykazuje tylko dwa podstawienia na takiej rozpiętości ewolucyjnej, jaka dzieli groch od krowy. Jest to zrozumiałe wobec wysoce specyficznej roli histonów jako domniemanych represorów dla genów strukturalnych wg teorii operonu.

Z obliczeń komputerowych wynika, że częstotliwość zmian aminokwasów, a więc mutacji niesynonimicznych jest jednakowa dla prawie wszystkich białek. Szansa na poprawienie funkcjonalności enzymu lub

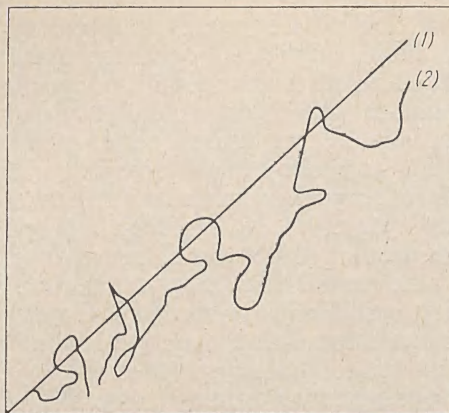
jego sterowności jest oczywiście coraz mniejsza w miarę komplikacji budowy białka, ale nadal dopuszcza ogromną ilość zmian obojętnych, które dopiero w odmienionych warunkach środowiska mogą nabrać wartości selektywnej dodatniej lub ujemnej. Na przykład o tym, że człowiek razem ze świnką morską zgubił gdzieś po drodze enzymy do syntezy witaminy C, co było mutacją obojętną w dobrych warunkach troficznych, dowiedziano się dopiero przy okazji dalekich rejsów i zdobywania Biegu na Północnego, gdzie cytryny i świeże mięso musiały ratować ludzkie życie. Pewien cień na prostotę tego obrazu rzuca fakt, że w ewolucji ilość DNA przyrasta znacznie ponad ilość nowych białek. Ta nadwyżka DNA albo jest dowodem nagromadzania się mutacji obojętnych, których operon nigdy się nie otwiera w warunkach obecnych, albo jej funkcją jest nie sekwencja aminokwasów, lecz koordynacja struktur supramolekularnych, czyli tzw. pamięć topologiczna. Znamy wypadki, gdzie insulina przy jednakowej sekwencji aminokwasów różni się reakcją immunologiczną, a więc strukturą trzeciorzędową. Wreszcie niemałą komplikację wprowadziło wykrycie DNA mitochondriów i chloroplastów zdolnych do syntezy własnego białka [28, 29, 30].

Podsumowując: biologiczne znaczenie omówionych właściwości części nie znika przy wyższym poziomie organizacji i dlatego nie wolno nam oddzielać ich od właściwości struktur supramolekularnych. Zarówno struktura, jak i funkcja na najwyższym stopniu złożoności, jaki przedstawia cały organizm, nadal sprowadza się do wyzwolenia z części ich potencjalnych możliwości w sposób kontrolowany. Tymi właściwościami całego organizmu zwierzęcego zainteresowany jest zoolog, który może interpretować je w ich najszerszym aspekcie, i on to właśnie powinien wskazać biochemikom i biofizykom pola do działania. Na przykład dla morfogenezy ważny jest niewątpliwie molekularny mechanizm rozpoznawania przez komórkę „swego” i „nieswego”, warunkujący asocjację komórek w tkanki. Nawet wytwarzanie społeczności zwierzęcych także sprowadza się do specyficzności produkcji i odbierania bodźców molekularnych, czego przykładem są feromony pszczoł i mrówek.

Przedstawiony ciąg rozumowania jest wynikiem pracy wielu laboratoriów, prowadzonej w ostatnich latach coraz intensywniej. Oczywiście postęp badań kształtuje się nie tak logicznie i ma wiele błędnych ścieżek. Jak zwykle, stoimy wobec różnicy dzielącej rzeczywistość badawczą od gotowego dzieła, co tak pięknie przedstawił Szent Györgyi [8] w swoim oryginalnym diagramie (rys. 20). Linia prosta ilustruje tu sekwencję eta-



Rys. 20. Hipotetyczny schemat sterowanej przez wapń aktywności ATP-azy, prowadzący do skurczu mięśnia. Wg Huxley'a [26], zmodyfikowane



Rys. 21. Diagram Szent-György'ego [8]. Objasnienia w tekście

pów, tak jak podaje się ją w ostatecznej publikacji czy syntezie, a linia druga — rzeczywisty sposób prowadzenia badań. Miejmy nadzieję, że znajdujemy się obecnie na prostym, wstępującym odcinku tej zawilej krzywej.

LITERATURA

- [1] Gajewski W. — *Zagadnienia biologii molekularnej*, Kosmos A, XVIII, 211 1969.
- [2] Horst A. — *Zagadnienia biologii molekularnej* Kosmos A XVIII 245 1969.
- [3] Stent G. S. — *That was the molecular biology that was*, Science 160, 390, 1968.
- [4] Waddington C. H. — *Some european contributions to the prehistory of molecular biology*, Nature 221, 318, 1969.
- [5] Phillips D. C. — *Lysozyme and the development of protein crystal chemistry*, Proc. VIII Intern. Congr. Biochem. Tokyo, 63, 1967.
- [6] Valentine R. C., Shapiro B. M., Stadtman E. R. — *Biochemistry* 7 2143, 1968.
- [7] Schrödinger E. — *What is life?* Cambridge Univ. Press, N. York, 1945.
- [8] Du Praw J. — *Cell and molecular biology*, Acad. Press N. York 1968.
- [9] Hilschmann N. — *Die molekularen Grundlagen der Antikörperbildung*, Naturwiss. 56, 195—205, 1969.
- [10] Sela M. — *Antigens and antigenity*, Naturwiss., 56, 206, 1969.
- [11] Anfinsen C. B. — *I. Self-assembly of macromolecular structures. Spontaneous formation of three-dimensional structure of proteins*, Developmental Biol. Suppl. 2, 1, 1968.
- [12] Perutz M. F. — *X-ray analysis, structure and function of enzymes*, Europ. J. Biochem., 8, 455, 1969.
- [12a] Perutz M. F. — *Some molecular controls in biology*, Endeavour, 3 1967.
- [13] Chance B., D. De Vault, V. Legallais, L. Mela, T. Yonetani — *Kinetics of electron transfer reactions in biological systems*, Nobel Symp. 5 (Ed. S. Claesson), Interscience 1967.
- [14] Cohen G. N. — *The regulation of cell metabolism*, Holt, Rinehart and Winston Inc., 1968.
- [15] Monod J., J. Wyman, P. Changeux — *J. Mol. Biol.*, 12, 88, 1965.

- [16] Kirschner K. — *Strukturelle Flexibilität und Enzymfunktion*, Naturwis. 56, 232 1969.
- [17] Robertson J. D. — *Origin of the unit membrane concept*, Protoplasma, LXIII, 218, 1967.
- [18] Kennedy E. P. — *Recent progress in the biochemistry of membranes*, Proc. VII Intern. Congr. Biochem. Tokyo 51, 1967.
- [19] Zahler P. — *The structure of the erythrocyte membrane*, Experientia 25, 449, 1969.
- [20] Sjöstrand F. S. — *Molecular structure and function of cellular membranes*, Prot. Biol. Fluids 15, 15, 1967.
- [21] Racke E. — *Resolution and reconstitution of mamalian membrane*, J. Gen. Physiol., 54, 38, 1969.
- [22] Abrahamson E. W., S. E. Ostroy — *The photochemical and macromolecular aspects of vision*, Progress Bioph. Mol. Biol. 17, 181, 1967.
- [23] Szent-Györgyi — *Wstęp do biologii submolekularnej*, PWN, Warszawa, s. 26, 1968.
- [24] Hazlewood C. T., B. L. Nicholis, N. F. Chamberlain — *Evidence for the existence of a minimum of two phases of ordered water in skeletal muscle*, Nature 222, 747, 1969.
- [25] Munkres K. D., D. O. Woodward — *On the genetics of enzyme locational specificity*, Proc. Nat. Ac. Sc. 55, 1217, 1966.
- [26] Huxley H. E. — *The mechanism of muscular contraction*, Science 164, 1356, 1969.
- [27] King J. L., T. H. Jukes — *Non-Darvinian evolution*, Science 164, 788, 1969.
- [28] Hall D. O., J. M. Palmer — *Mitochondrial research today*, Nature 221, 717, 1969.
- [29] Roodyn D. B., D. Wilkie — *The biogenesis of mitochondria*, R. Clay Ltd., Bungay, Suffolk, 1968.
- [30] Michejda J. W., A. Pietrzykowski — *Biogenesis of mitochondria*, w: Biochemistry of intracellular structures, PWN, Warszawa, 1969.

ZJAWISKO PROLIFERACJI, CZYLI PRZERASTANIA ŚRODKOWE I BOCZNE, WYSTĘPUJĄCE W KWIATACH I W KWIATOSTANACH

W literaturze polskiej nieliczne tylko prace poświęcone zostały zagadnieniu proliferacji. Między innymi o proliferacjach pisywali: F. Karo (1883), M. Sokołowski (1901), B. Namysłowski (1908), J. W. Szulczewski (1916, 1934, 1961), A. Sienicka (1929), W. Gajewski (1953), J. Mowszowicz (1964, 1967, 1968), J. Mowszowicz i L. Fagasiewicz (1967).

Pod proliferacją należy rozumieć osiowe przerastania kwiatów bądź kwiatostanów, którym może towarzyszyć morfologiczna zmienność elementów kwiatowych. Przerastanie odbywa się na rachunek przedłużającego się rozwoju głównej osi wzrostu (Penzig O., 1921; Goebel K., 1928; Heslop-Harrison J., 1952).

Wyróżniają dwa typy proliferacji, środkowa czyli centralna oraz boczna czyli peryferyjna. Między tymi skrajnymi typami proliferacji środkowej i bocznej zaznaczają się różne przejściowe formy, których strukturę i stopień rozwoju określają również rozmieszczenie i ustawienie liści, bądź to kwiatów czy kwiatostanów, na przedłużonej osi kwiatowej bądź kwiatostanowej.

Przy proliferacji środkowej, wyrastające z głównej osi kwiatowej lub kwiatostanowej, dalsze jej przedłużenie, umieszczone tuż na wierzchołku osi lub w pewnej odległości od szczytu osi macierzystej, przejmują jej funkcje i kończy się różyczką liści, bądź to nowym kwiatem lub kwiatostanem, ustawionymi jakby piętrowo nad początkowym kwiatem, albo kwiatostanem główkowatym czy koszyczkowym, stanowiącym zakończenie osi macierzystej (rys. 1, 2, 3).

W przypadku przerastania bocznego czyli peryferyjnego z osi głównej wyrasta odgałęzienie boczne lub nawet kilka, wyprzedzające daleko w rozwoju os macierzystą. Odgałęzienia takie wydłużają się i kończą się zazwyczaj kwiatem względnie kwiatostanem (rys. 4, 5, 6, 7).

Wypadki proliferacji, w tej lub w innej postaci, spostrzeżone zostały w różnych rodzinach roślin kwiatowych. Szczególnie często zjawisko to jest obserwowane wśród przedstawicieli rodzin: różowatych, baldaszkowatych, złożonych i traw (rys. 1, 4, 6).

Znane są szczególne zjawiska, kiedy szczyt pędu przerasta środek kwiatu. Nierzadko spotyka się taką proliferację u kuklika zwisłego, *Geum rivale* L. (rys. 1). Pisał o tym W. Gajewski (1953), wspominał też W. Szulczewski (1961). Ze względu na to, że takie przerośnięte kwiaty wykazują dość dużą zmienność, ulegając niekiedy tak znacznym przekształceniom, zmieniającym ich wygląd i budowę należy zapoznać się z tymi przeobrażeniami. Zebrane teratologiczne okazy kuklika zwisłego (rys. 1) pochodzą z uroczyska Dębowiec, w pow. radomszczańskim gdzie zostały znalezione w dniach 2—3.VI.1964 r. Kwiaty napotkanych 3 zdeformowa-



Rys. 1. Proliferacja środkowa kwiatu u *Geum rivale* L.

(fot. J. Hereźniak)

nych okazów wykazywały następujące anomalie: zamiast 5 działek kielicha wykształciło się 5 dużych liści, pojedynczych ogonkowych, brzegiem ostro ząbkowanych, zebranych w jeden okółek; 5 działek kieliszka również przekształciły się w liście, ale o wymiarach znacznie mniejszych i o brzegach głębiej wcinanych; wykształcone różowe płatki korony w liczbie 10 przybrały formy przypominające liście, z szeroką blaszką i z wydłużonym wąskim ogonkiem. W ten sposób zarówno działki kielicha i kieliszka jak i płatki korony przybrały liściokształtny wygląd. Ze środka dna kwiatowego wyrastało dalsze przedłużenie macierzystej osi kwiatowej, na której występowały liście, otaczające płatki korony o normalnym wyglądzie, ale ze znacznie dłuższym paznokciem; zaznaczył się brak pręcików, przekształconych na płatki (petaloidia). Drugi przerośnięty kwiat kuklika liczył 4 płatki zrosłe ze sobą, zaś na przedłużonej części osi głównej mieścił się inny kwiat o 10 płatkach, 2 pręcikach i 16 słupkach. Trzeci teratologiczny okaz miał 10 płatków i ponad 40 pręcików.

Podczas gdy proliferacja centralna kwiatu jest zjawiskiem częstszym, przerastanie środkowe kwiatostanów spotyka się znacznie rzadziej. Występowanie takiej postaci proliferacji stwierdzono u driakwi żółtej, *Scabiosa ochroleuca* L. (zb. dr R. Olaczek — 6.VII.1965) (rys. 2) i u driakwi kaukaskiej, *Scabiosa caucasica* M. B. (zb. dr J. Lembke — 6.VIII.1967) w ogródku działkowym (rys. 3). W obu przypadkach pęd kwiatowy w dalszym ciągu rozwijał się i przerastał środek dna kwiatostanu wytwarzając na jego szczycie skupienie liści. Zatem pęki tych liści, wystające ponad kwiatostan, przybierają niekiedy postać liści przykwiatowych, umieszczonych zwykle u nasady kwiatostanu główkowatego lub

przypominają górne liście łodygowe, a nawet odziomkowe. W obu przypadkach teratologiczne formy, występujące w kwiatostanach driakwi, podkreślają całkowitą słuszność definicji kwiatu i kwiatostanów, jako skróconych pędów służących do rozmnażania płciowego. W kwiatostanach szczytowych obu gatunków driakwi, kwiaty siedzące na skróconych szypułkach, mieszczą się na szczycie skróconej osi głównej, która przedłużyła swój wzrost poprzez kwiatostan, wydając ulistniony pęd wegetatywny. U teratologicznej formy driakwi żółtej (rys. 2), liście występujące na szczycie przerośniętego kwiatostanu przybrały kształt liści odziomkowych, natomiast w przypadku driakwi kaukaskiej (rys. 3) liście wyrastające na przedłużonej osi kwiatostanowej upodobniły się do liści przykwiatostanowych (Mowszowicz J. 1967 a). Przerastające pędy są w obu przypadkach dość krótkie, tylko obecność pąków liści na szczytach ich kwiatostanów potwierdzają występowanie przedłużonych osi.

Przerastania boczne są typowe dla kwiatostanów, w których zaznacza się gęste skupienie kwiatów, jak to ma miejsce np. w rodzinach baldaszkowatych, babkowatych i złożonych. Proliferacje boczne powodują powstawanie jednego lub kilku kwiatostanów drugiego rzędu, zwykle mniejszych od pierwotnych, występujących na wydłużonych szypułkach i wznoszących się wysoko ponad kwiaty właściwego kwiatostanu. W odróżnieniu od proliferacji środkowych takie przerastające boczne pędy nie kończą się jednak liśćmi (rys. 2, 3), natomiast kwiatostanami. Powstawanie bocznych proliferacji można by poniekąd tłumaczyć pojawieniem wśród kwiatów pierwotnego kwiatostanu pąków, z których następne roz-



Rys. 2. Proliferacja środkowa kwiatostanu u *Scabiosa ochroleuca* L.

(fot. J. Hereźniak)



Rys. 3. Proliferacja środkowa kwiatostanu u *Scabiosa caucasica* M. B.

(fot. J. Hereźniak)

wijają się kwiatostany drugiego rzędu, wyrastające na długich szypułkach (J. W. Szulczewski, 1961).

Przykładem proliferacji bocznej, występującej w rodzinie baldaszkowatych, może służyć okaz gorysza pagórkowego, *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, zebrany na łące w Sokolnikach koło Łodzi, w sierpniu 1966 r. (rys. 4). W wyniku uszkodzenia mechanicznego z głównego baldachu kwiatostanowego wyrósł boczny mniejszy baldach wtórny 18-szypułkowy, o podobnej liczbie szypuł, co liczy baldach pierwotny.

Okaz gatunku zawciągu pospolitego, *Armeria elongata* (Hoffm.) Koch (*A. vulgaris* Willd.), zebrany w dniu 21.V.1966 r., na piaszczystym nieużytku w Mirowie koło Częstochowy (dr J. Hereźniak), wykazywał dwa wtórne boczne odgałęzienia z mniejszymi główkami, powstałymi w wyniku proliferacji bocznej (rys. 5). Odgałęzienia te wyrastają u nasady okrywy, złożonej z błonkowatych łusek, otulających większą pierwotną główkę.

Zbliżoną anomalię zaobserwowano w kłosach kwiatostanowych babki lancetowatej, *Plantago lanceolata* L., zebranej w Rembieszowie, pow. łaskiego w woj. łódzkim, w sierpniu 1965 r. (dr J. Hereźniak i dr D. Krzywański). Ze szczytu pierwotnego kulistego kłosa, który zastąpiony został dużymi lancetowatymi liśćmi, wyrastał kulisty kłos kwiatostanowy drugiego rzędu, umieszczony na długiej szypułce, wyrastający z kątów tych liści (rys. 6). O „potwornościach” u *Plantago lanceolata* L. pisał też F. Karo (1883).

O proliferacjach centralnych występujących w koszyczkach kwiatostanowych wzmiankował J. Mowszowicz (1968). Niżej podano rzadki wy-



Rys. 4. Proliferacja boczna kwiatostanu u *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench
(fot. J. Hereźniak)



Rys. 5. Proliferacja boczna kwiatostanu u *Armeria elongata* (Hoffm.) Koch.
(fot. J. Hereźniak)

padek bocznej proliferacji, spostrzeżony u złoćienia właściwego, *Chrysanthemum leucanthemum*, zebranego przez dr J. Lembke w okolicach Łodzi na polanie leśnej w dniu 20.VIII. 1966 r. Spomiędzy liści okrywy podstawowego koszyczka wyrasta boczny koszyczek drugiego rzędu o mniejszej średnicy (rys. 7).

O wpływie fotoperiodyzmu na kształtowanie się kwiatostanowych koszyczków u *Chrysanthemum* pisał G. Behrens (1949).

Interpretacja zjawisk proliferacji nie jest jednolita. Powstawanie teratologicznych form proliferacyjnych w kwiatach lub w kwiatostanach może pozostawać w związku z czynnikami ekologicznymi, z oddziaływaniem warunków zewnętrznych, wśród których pewną rolę może widocznie odgrywać fotoperiodyzm, jak np. długość dnia, czynnik świetlny lub cieplny (A. Fedorow, 1950). Do zasadniczych przyczyn można również zaliczyć zmiany zachodzące w chemizmie gleby. Warunki odżywiania się nierzadko wpływają na powstawanie określonych właściwości morfologicznych. Stwierdzono, że stopień złożoności kwiatostanu pozostaje w pewnym związku z nawożeniem gleby substancjami azotowymi, zaś teratologiczne formy w związku z nadmiarem azotu w glebie (I. Konowałow, 1948). Obecność substancji wzrostowych auksyn i hormonów może przyczynić się niekiedy do zaburzeń w kwitnieniu. Niektórzy wiążą powstawanie anomalii z uszkodzeniami spowodowanymi przez owady, z zachorowaniami wirusowymi u roślin, z występowaniem mikrogrzybów pasożytniczych.

Niekiedy jedną z postaci takich anomalii są zmiany zachodzące w rozwoju organów osiowych, prowadzące do powstawania proliferacji.

Do wyjaśnienia przyczyn powstawania zmian teratologicznych, zaś proliferacji w szczególności niezbędne są dokładne eksperymentalne badania, które dopiero pozwolą prawidłowo oświetlić poruszone zagadnienie. Niewątpliwie, że teratologiczne formy, występujące niekiedy u roślin, mogą być wykorzystane do rozwiązywania niektórych ogólnych lub nawet szczególnych dyskusyjnych problemów, dotyczących morfologii form roślinnych.

W. Gajewski (1953) podkreśla istnienie różnych bodźców powodujących powstawanie w stożku wzrostu odpowiednich zawiązków organów, pociągających za sobą późniejsze zróżnicowanie się morfologiczne w związku z wykonywanymi funkcjami. W roślinach produkowane są substancje, które w stożkach wzrostu powodują przekształcenie się organów wegetatywnych na organy generatywne (W. Gajewski 1953) lub niekiedy odwrotnie przeistoczenie postaci generatywnych w wegetatywne (J. Mowszowicz, 1964).

Proliferacja kwiatów czy kwiatostanów polega na osiowym przerastaniu tych organów, mających zwykle charakter rewersyjny, spowodowany czynnikami fizjologicznymi bądź ekologicznymi. Eksperymentalne badania czynników morfogenetycznych oraz warunków ich powstawania niewątpliwie wyjaśnią powstawanie form teratologicznych, co w dalszym ciągu może pomóc w wytłumaczeniu powstawania różnych form morfologicznych, określających przynależność do pewnych jednostek systematycznych, bądź to w obrębie gatunku, rodzaju, a nawet rodziny.

Badania nad tematyką teratologiczną mają podwójne znaczenie. Po pierwsze teoretyczne, gdyż służą do zrozumienia dróg powstawania normalnych struktur oraz wytłumaczenia ich ewolucji. W przypadkach pro-



Rys. 6. Proliferacja boczna kwiatostanu u *Plantago lanceolata* L.

(fot. J. Hereźniak)



Rys. 7. Proliferacja boczna koszyczka u *Chrysanthemum leucanthemum* L.

(fot. J. Hereźniak)

liferacji wyjaśniają redukcję lub przerastania różnych kategorii osiowego liściowego pochodzenia. Po drugie praktyczne, gdyż z terat na drodze eksperymentalno-morfologiczno-porównawczej można uzyskać nowe formy roślin, mogących znaleźć zastosowanie w wielu gałęziach gospodarki współczesnej, jak np. w budownictwie zielonym, szczególnie w jego dziale roślinności dekoracyjnej.

LITERATURA

- [1] Behrens G. — *Blüten und Gestaltbildung bei Chrysanthemum und Sempervivum unter photoperiodischen Einflüssen*, Biol. Zentralbl., 68, s. 1—32, 1949.
- [2] Fedorow Al. A. — *Anomalii u niekotorych slożnocvietnykh i ich značenie dla ponimaniia putiej formirovaniia socvietij siem. Compositae*, Botanicz. Žurn. t. 35, nr 2, s. 148—161, 1950.
- [3] Gajewski W. — *Trochę obserwacji nad zaburzeniami w rozwoju kwiatów u Geum L.*, Acta Societ. Botan. Pol., vol. XXII, nr 3, s. 587—604, 1953.
- [4] Goebel K. — *Organographie der Pflanzen*, 3 ed. Jena, ss. 642, 1928.
- [5] Heslop — Harrison J. — *A reconsideration of plant teratology*, Phytion, 4, s. 19—34, 1952.
- [6] Karo F. — *Potworności u Plantago lanceolata*, Pam. Fizj., t. III, 1883.
- [7] Konowałow I. N. — *Materiały k wyjaśnieniu morfologicznej suszczności jawlenij proliferacji*, Botanicz. Žurn., t. 33, nr 5, s. 496—509, 1948.
- [8] Mowszowicz J. — *Wegetatywna proliferacja kłosek u niektórych traw*, Acta Societ. Botan. Pol., vol. XXXIII, nr 3, s. 593—600, 1964.
- [9] Mowszowicz J. — *Proliferacja kwiatostanu u ogrodowej driakwi kaukaskiej, Scabiosa caucasica M. B.*, Wszechświat, nr 1, s. 20—21, 1967a.
- [10] Mowszowicz J., Fagasiewicz L. — *Przerastanie (proliferacja) kłoszyczków u cynii lub jakobinki (Zinnia elegans Jacq.)*, Wszechświat, nr 11, s. 281a, 1967b.
- [11] Mowszowicz J. — *Proliferacje kwiatostanów w rodzinie złożonych (Asteraceae, Compositae) spowodowane warunkami zewnętrznymi*, Ekologia Polska, seria B, t. XII, z. 9, s. 141—145, 1968.
- [12] Namysłowski B. — *Drobiazgi teratologiczne*, Kosmos, t. XXXIII s. 240—245, 1908.
- [13] Penzig O. — *Pflanzen — Teratologie*, B. 1, 2 Edit, Jena, 1921.
- [14] Sienicka O. — *O budowie kwiatów w procesach tworzenia się pyłku u Hemerocallis fulva L. flore pleno*, Acta Societ. Botan. Pol. vol. VI, nr 3, s. 296—334, 1929.
- [15] Sokołowski M. — *Z lasów podolskich*, Sylwan, t. XIX, 1901.
- [16] Szulczewski J. W. — *Aus meinen teratologischen Herbar*, Zeitschr. d. naturwiss. Vereins, Posen, 1916.
- [17] Szulczewski J. W. — *Przeroślaki, proliferacje i inne podobne zniekształcenia kwiatów*, Zesz. Nauk. Uniw. im. A. Mickiewicza, Biologia, z. III, s. 135—146, 1961.

WYBRANE ZAGADNIENIA GENETYKI WOLNO ŻYJĄCYCH POPULACJI ZWIERZĄT *

WSTĘP

Na proste pytanie z dziedziny biologii, na przykład: „dlaczego kogut, który znajdzie większą ilość pokarmu, przywołuje znajdujące się w pobliżu stado kur?” dać można co najmniej dwie różne poprawne odpowiedzi. Można opisać fizjologię oka koguta, podać mechanizm wydawania dźwięku i mechanizm działania układu nerwowego, dzięki któremu zwierzę postąpi w ten, a nie w inny sposób.

Można też potraktować to zagadnienie z zupełnie innego punktu widzenia, a mianowicie rozważać, jak się będzie kształtować w populacji frekwencja genu lub grupy genów odpowiedzialnych za takie, a nie inne zachowanie się koguta, i wykazać, że większą szansę przeżycia w populacji ma taki materiał genetyczny, który determinuje opisane wyżej zachowanie. Nie odpowiadamy tutaj na pytanie, jaka jest fizjologia zachowania się zwierzęcia i jakie procesy fizykochemiczne zachodzą w tym czasie w jego organizmie, lecz jedynie jakie procesy w populacji prowadzą do powstania i utrzymania się tego behawioru.

Zadne z podanych wyżej wyjaśnień nie jest bardziej podstawowe lub ważniejsze; są to wyjaśnienia na innych płaszczyznach, pierwsze wchodzi w zakres biologii organizmu lub biologii molekularnej, drugie w zakres biologii populacji.

Taki „poziomy” podział nauk biologicznych, w którym ważny jest nie tyle obiekt badań, ile badany poziom organizacji, jest bardzo charakterystyczny dla współczesnego etapu rozwoju tych nauk. Można zatem mówić o podziale biologii na biologię komórki, biologię organizmu najbardziej odpowiadającą tradycyjnemu rozumieniu biologii i biologię populacji obejmującą ekologię i genetykę populacyjną, a także problematykę ewolucji, taksonomii, czy nawet paleontologii.

Wydaje się, że sukcesy biologii populacyjnej przynajmniej w odniesieniu do organizmów wolno żyjących zależeć będą od integracji jej dwóch głównych członów, a mianowicie genetyki i ekologii populacyjnej. Aczkolwiek już Darwin zwracał uwagę na konieczność badania „ekonomii natury” (pod którym to pojęciem rozumiał ekologię) dla poznania procesów doboru naturalnego, to dwa kierunki badań rozwijały się w zasadzie odrębnie.

Jest rzeczą interesującą porównanie modeli teoretycznych, stanowiących podstawę ekologii i genetyki populacyjnej, na podstawie których zbierany jest materiał empiryczny:

Modele teoretyczne ekologii populacyjnej rozpatrują populacje jako

* Referat wygłoszony na Sympozjum z zakresu genetyki populacji zorganizowanym przez Polskie Towarzystwo Genetyczne w Krakowie (5—6 grudnia 1969 r.).

zbiory osobników jednorodnych pod względem genetycznym i nie podlegające zmianom ewolucyjnym. Ekologowie poświęcają natomiast wiele uwagi podziałowi populacji według grup wieku i płci oraz zmianom w rozrodczości i śmiertelności. Problematyka ekologiczna skupia się wokół zmian w liczebności i zagęszczeniu zwierząt w czasie i w przestrzeni oraz czynników, które zmiany te determinują.

W sposób zupełnie odmienny konstruowane są modele genetyki populacyjnej. Rozpatruje się tam zawsze różnice genetyczne między osobnikami wchodzącymi w skład populacji, pochodzenie tych różnic i ich utrzymywanie się. W większości przypadków nie bierze się pod uwagę liczebności, a tym bardziej zagęszczenia populacji. Zagadnienia reprodukcji i śmiertelności rozpatrywane są na uproszczonych modelach, z nie zachodzącymi na siebie generacjami.

Porównując podręczniki genetyki i ekologii populacyjnej odnosi się wrażenie, że dotyczą one zupełnie różnych przedmiotów badań. Ten stan rzeczy ulega w ostatnich latach pewnym zmianom, wydaje się jednak, że w dalszym ciągu główne nurty obu nauk płyną odrębnymi drogami.

Badanie procesów genetycznych zachodzących w populacjach wolno żyjących mają niewątpliwie ogromne znaczenie teoretyczne i praktyczne. Badania te stanowią podstawę współczesnego ewolucjonizmu, pozwalają zrozumieć różnorodność świata organicznego oraz przebieg doboru naturalnego w sytuacjach niekontrolowanych przez człowieka. Gwałtowne zmiany w naturalnych siedliskach spowodowane procesami cywilizacyjnymi muszą mieć wpływ na konstytucję genetyczną organizmów. Dlatego spodziewać się należy przyspieszenia ewolucji roślin i zwierząt w sposób niekontrolowany. Jeśli chcemy uniknąć ujemnych skutków takiego przyspieszenia, musimy znać zasady, na jakich działa dobór naturalny.

Trudności metodyczne badań nad populacjami wolno żyjącymi są w dużej mierze zupełnie odmienne od tych, z jakimi spotyka się genetyka człowieka lub genetyka zwierząt hodowlanych. Jest rzeczą stosunkowo łatwą ustalenie, czy na danym terenie występuje jakaś forma. Można też, stosując standaryzowany odłów, określić procentowy stosunek różnych form. Tu jednak zaczynają się pierwsze trudności, ponieważ dwie różne formy różnić się mogą behawiorem i mieć mniejszą lub większą tendencję do odłowu. Całkiem odrębnym i trudnym zagadnieniem jest ocena bezwzględnej liczby osobników w populacji lub też ich zagęszczenia na jednostkę powierzchni. Hodowca lub badacz laboratoryjny trzyma badaną populację w zamknięciu, może ją zawsze policzyć, a w wielu przypadkach zidentyfikować poszczególne osobniki. Niestety, nikt nie wynalazł jeszcze sposobu, aby zmusić zające do zgłaszania się na doroczne spisy i do rejestrowania swych urodzin i zgonów. Dla większości zwierząt wolno żyjących ustalenie bezwzględnej liczby osobników zamieszkujących dany teren jest bez zniszczenia ich siedlisk prawie niemożliwe, coż dopiero mówić o ocenie rozrodczości, śmiertelności i pokrewieństw wewnątrz populacji. Migracje osobników poza badany obszar, ukrywanie się w sposób nielosowy w miejscach niedostępnych dla badacza, ograniczone możliwości znakowania indywidualnymi numerami stwarzają wiele trudności technicznych i prowadzą do tego, że często duży nakład pracy przynosi niewiele informacji.

Niemniej jednak w dziedzinie populacyjnych badań terenowych notuje się stały postęp. Dla wielu gatunków znane są już metody bardzo dokładnego określania różnych statystyk w naturalnych populacjach (South-

wood 1966). Pewnym wyjściem z trudności są badania populacji laboratoryjnych. W genetyce, podobnie jak i w ekologii, badania takie pozwalają wyjaśnić szereg zagadnień, których wyjaśnienie w terenie jest obecnie zgoła niemożliwe.

Genetyka populacji wolno żyjących nie stanowi odrębnego działu genetyki populacyjnej. Te same ogólne modele teoretyczne leżą u podstaw genetyki stosowanej do hodowli zwierząt i roślin, genetyki człowieka i genetyki populacji naturalnych. Gdy mowa o genetyce populacji wolno żyjących, rysują się przed nami trzy dziedziny badań:

(1) badania podstawowych zjawisk genetycznych, takich jak mutacje, dobór, dominacja, dryft genetyczny w populacjach naturalnych,

(2) badania będące kontynuacją dzieła Darwina, a mianowicie mechanizmów prowadzących do powstawania ras, gatunków i wyższych kategorii systematycznych, innymi słowy, badania ewolucji organicznej w oparciu o genetykę populacyjną,

(3) interpretacja zjawisk ekologicznych lub — szerzej — wszelkich zjawisk biologicznych w oparciu o teorię ewolucji i genetykę populacyjną. Jest to wspomniane na wstępie wyjaśnianie zjawisk biologicznych na poziomie populacyjnym.

Przedstawiony wyżej podział nie jest podziałem ścisłym lub ogólnie przyjętym; dokonano go tylko dla tego artykułu. Każda z trzech wymienionych tu dziedzin badań mogłaby być przedmiotem obszernego podręcznika. W tym artykule rzeczą najrozsądnieszą wydaje się przedstawienie przykładów kilku najnowszych prac, które nie weszły jeszcze w skład wiedzy podręcznikowej, a które autorowi wydają się reprezentować najbardziej interesujące kierunki badań.

PODSTAWOWE POJĘCIA I MODELE GENETYKI POPULACYJNEJ: DOSTOSOWANIE I JEGO DEFINICJA

Zainteresowanych podstawowymi modelami genetyki populacyjnej i ich empirycznym sprawdzeniem odesłać można do podręcznika Li (1955), opracowań Fishera (1930), Forda (1967) lub zbioru prac z genetyki populacyjnej wybranych przez Spiessa (1962). Tu omówimy tylko pewne koncepcje dotyczące dostosowania (angielskie *fitness*).

Pod pojęciem dostosowania rozumiemy właściwość danego fenotypu określającą jego szansę przeżycia i wydania potomstwa w stosunku do innego fenotypu. Jeśli w pewnej populacji znajduje się sto osobników fenotypu A i sto fenotypu B i jeśli w wyniku doboru polegającego na różnym przeżywaniu i reprodukcji pozostanie 50 osobników A i 20 B, to dostosowanie fenotypu B w stosunku do A wyniesie $W_B = 2/5 = 0,4$ zaś współczynnik selekcji $s_B = 1 - W_B = 0,6$.

Dostosowanie W i współczynnik selekcji s są podstawowymi danymi przy konstruowaniu modeli i badaniu zjawisk wchodzących w zakres genetyki populacyjnej; na ich podstawie przewidzieć można kierunek i tempo doboru, utrzymywanie się polimorfizmu genetycznego i inne zjawiska. Warto zauważyć, że dostosowanie definiowane jak wyżej jest miarą względną, określa dostosowanie jednej formy w stosunku do drugiej, dla której przyjęto że $W = 1$, w konkretnej sytuacji, gdy formy te wchodziły w skład jednej populacji. Czy można jednak mówić o dostosowaniu poza taką konkretną sytuacją, innymi słowy, czy istnieje jakaś abstrakcyjna, bezwzględna miara doskonałości organizmu, doskonałości realizowanej przez dobór naturalny?

W hodowli zwierząt i roślin doskonałość organizmu określa się kategoriami ekonomicznymi. Selekcję prowadzi się w ten sposób, aby najwyższe dostosowanie reprezentowały genotypy najbardziej przez hodowcę pożądane. W warunkach naturalnych nie działają kategorie ekonomiczne, dobór rządzi się swymi własnymi prawami. Czy możemy zatem *a priori* określić, że pewne genotypy są lepiej dostosowane od innych?

Ponieważ dobór preferuje osobniki pozostawiające więcej potomstwa, za miarę dostosowania można użyć miary przyrostu naturalnego r , zdefiniowanego równaniem różniczkowym:

$$\frac{dN}{dt} = rN,$$

gdzie t oznacza czas, zaś N liczbę osobników.

W ekologii populacyjnej r jest najlepszą znaną miarą przyrostu, można bowiem z jej pomocą porównywać tempo przyrostu wszelkich form, także tych z zachodzącymi na siebie generacjami i różnym średnim czasem trwania generacji. Jeśli miara ta nie jest powszechnie stosowana przy konstruowaniu modeli genetyki populacyjnej, to dlatego, że modele te są bardzo uproszczone i wystarczają tam proste miary reprodukcji.

Gdy r jest większe od zera, z podanego wyżej równania wynika, że wzrost populacji jest nieograniczony. W warunkach naturalnych sytuacja taka możliwa jest tylko w krótkich okresach czasu. Prędzej czy później wielkość populacji osiągnie pewien poziom, nazwijmy go K , powyżej którego dalszy przyrost będzie niemożliwy. Powody zatrzymania wzrostu populacji na pewnym poziomie K , wokół którego to poziomu mogą w warunkach naturalnych występować większe lub mniejsze oscylacje, bywają różnej natury. W ekologii zwierząt mówi się najczęściej o wyczerpaniu pewnych zasobów, na przykład pokarmu, miejsc do gniazdowania itp., w wyniku czego rozrodczość jest równoważona przez śmiertelność i nie dochodzi do dalszego wzrostu. Sytuację taką, zwaną w ekologii „wzrostem logistycznym”, opisuje się równaniem:

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{K - N}{K}.$$

Wiadomo wprawdzie, że krzywe wzrostu większości naturalnych populacji (z wyjątkiem organizmów jednokomórkowych) nie spełniają dokładnie tego równania, uznać je można jednak za dobre przybliżenie rzeczywistego stanu rzeczy, szczególnie gdy N bardzo bliskie K .

Wyobraźmy sobie dwa fenotypy A i B , z których A korzystać może z pewnych zasobów niedostępnych dla B , wskutek czego K_A jest większe od K_B . Gdy wielkość populacji $N_A + N_B$ zbliża się do K_B , wówczas dN_B/dt zbliża się do zera, niezależnie od wartości r_B , podczas gdy dN_A/dt w dalszym ciągu jest większe od zera. Przy zbliżaniu się zatem populacji do stanu nasycenia dalszy jej wzrost determinowany jest nie tyle przez zdolności reprodukcyjne, ile przez wysokość tego poziomu K . Można więc przypuszczać, że K zastępuje wówczas r jako miara dostosowania.

Teoretyczny dowód, że pojemność siedliska K może być miarą dostosowania, przeprowadził MacArthur (1962). Rozpatrywał on populację, w której występują dwa allele, A i a , determinujące pojemność siedliska K , innymi słowy, wielkość populacji w stanie nasycenia. Wykazał on, że jeśli K_{AA} większe od K_{Aa} i K_{aa} , to w wyniku doboru dojdzie do eliminacji allele a . Jeśli K_{Aa} większe od pozostałych, oba allele utrzymują się w

populacji w pewnej określonej frekwencji. Gdy K_{Aa} mniejsze od pozostałych, wówczas w wyniku doboru w populacji przetrwa jeden z alleli, zależnie od jego początkowej frekwencji. Opisane powyżej trzy przypadki odpowiadają klasycznym modelom doboru z uprzywilejowaniem jednej homozygoty, heterozygoty i obu homozygot. Wynik doboru odpowiada wynikom z modeli klasycznych: w pierwszym przypadku następuje eliminacja jednego z alleli, w drugim otrzymujemy polimorfizm zrównoważony, w trzecim nie zrównoważony. Ogólnie rzecz biorąc, organizmy będą otrzymywać w wyniku doboru takie cechy, które pozwalają zwiększyć K .

Przedstawione powyżej rozważania są natury czysto teoretycznej. Powstaje pytanie, w jakiej mierze pozwalają one na przewidywanie obserwowanych zjawisk biologicznych.

Najbardziej interesujące w tym względzie wydają się wyniki badań Ayala (1965) nad ewolucją dostosowania w doświadczalnych populacjach *Drosophila serrata*. Eksperymenty Ayala polegały na umieszczeniu na okres 70 tygodni pewnej liczby osobników w zamkniętych pomieszczeniach, z określoną, stale odnawianą ilością pokarmu. W eksperymentach tych użyto dwóch szczepów *Drosophila serrata*, wyprowadzonych z osobników zebranych w Nowej Gwinei i w Australii, oraz mieszaniny tych dwóch szczepów. Eksperyment rozpoczęto przez umieszczenie 150 par much w każdym z pomieszczeń. Zgodnie z zasadami ekologii nastąpił wzrost poszczególnych populacji do około dwóch tysięcy osobników, w ciągu około 17 tygodni. Teraz należało się spodziewać doboru idącego w kierunku zwiększenia tej liczby przez faworyzowanie osobników, które lepiej wykorzystują dostarczane zasoby. Takie zjawisko rzeczywiście miało miejsce. Po początkowym wzroście w czasie pierwszych 17 tygodni nastąpił okres oscylacji liczby osobników w populacjach, oscylacjom tym towarzyszył jednak stały przyrost. Jeśli wielkość populacji Y w następnych 53 tygodniach opiszemy równaniem regresji

$$Y = a + bX,$$

gdzie X = czas w tygodniach, wówczas przyrost populacji natury genetycznej opisać można współczynnikiem regresji b . Dla populacji wyprowadzonych z pojedynczego szczepu, utrzymywanej w temperaturze 19° : $b = 8,4$, w temperaturze 25° : $b = 10,5$, dla wyprowadzonych z mieszaniny szczepów $b = 20,4$ i $b = 19,5$ odpowiednio. Wszystkie te współczynniki są statystycznie istotne ($P < 0,05$).

Nastąpił zatem wzrost populacji spowodowany czynnikami genetycznymi, w przeciwnieństwie do wzrostu demograficznego w pierwszych tygodniach. Warto tu zauważyć, że badana przez Ayala cotygodniowa produkcja młodych osobników nie wykazała takiego przyrostu. Dobór naturalny idzie tu zatem nie w kierunku wzrostu r , lecz wzrostu K , wzrostu tym szybszego, im większa zmienność genetyczna populacji, jako że b wykazuje wyższe wartości dla mieszaniny szczepów.

Można przypuszczać, że w populacjach zwierząt żyjących w mało stabilnych siedliskach, w trudnych warunkach klimatycznych dobór naturalny dążyć będzie do zwiększenia przyrostu naturalnego r , w siedliskach zaś nasyconych, o dużym stopniu stabilności — w kierunku wzrostu pojemności siedliska K .

Do omówienia pozostaje jeszcze jedna ważna kwestia. Z przedstawionych rozważań wynika, że organizmy dążyć będą drogą doboru do maksymalizacji wielkości populacji. Trudno sobie zatem wyobrazić, aby dro-

gą doboru naturalnego ukształtowały się takie cechy biologiczne, których zadaniem jest ograniczenie wielkości populacji. Wyklucza to wszelkiego rodzaju autoregulację poniżej poziomu określonego obfitością zasobów.

Z drugiej strony wielu ekologów, z których najbardziej reprezentacyjnym rzecznikiem jest Wynne-Edwards (1962), postuluje autoregulację, przez powstrzymanie się od rozrodu, emigrację itp., jako najczęstszy mechanizm określający liczebność naturalnych populacji. Według Wynne-Edwardsa straty selekcyjne, jakie w wyniku autoregulacji ponoszą osobniki, wyrównywane są zyskiem całych populacji, którym przy braku autoregulacji grozi zupełne wyniszczenie. Za powstanie więc autoregulacji odpowiedzialny jest dobór grupowy (group selection).

Niestety, jak dotychczas, dobór grupowy uznać można za zjawisko dość enigmatyczne. Posiadamy wiele modeli i danych empirycznych, jak przebiega dobór między osobnikami, brak takich modeli i danych dla doboru grupowego. Jedyny model doboru grupowego, skonstruowany przez Smitha (1964) w odpowiedzi na teorię Wynne-Edwardsa, skłania raczej do odrzucenia tej koncepcji.

Całe zagadnienie jest skomplikowane, ponieważ wzrasta ilość danych empirycznych, zbieranych przez ekologów, które wskazują na istnienie autoregulacji, a równocześnie wielu ekologów i genetyków odrzuca możliwość istnienia takich zjawisk, w oparciu o obecną teoretyczną wiedzę o mechanizmie doboru. Problem jest zbyt obszerny, aby go tutaj dalej dyskutować. Świadczy on o tym, że przed biologią populacyjną stoi wiele zagadnień nie rozwiązanych. Integracja ekologii i genetyki, bardziej zmatematyzowany opis zjawisk ekologicznych i bliższe rzeczywistości modele teoretyczne powinny przynieść wyjaśnienie opisanej tu sprzeczności.

GENETYKA POPULACJI NATURALNYCH JAKO PODSTAWA TEORII EWOLUCJI

Nie będzie przesadą stwierdzenie, że nie można uprawiać teorii ewolucji świata organicznego poza genetyką populacyjną. Wynika to z prostej przyczyny, że sam proces doboru naturalnego, będącego podstawą darwinizmu, jest zagadnieniem ściśle wchodzącym w zakres genetyki populacyjnej.

Zjawiska opisane przez Darwina w czasie, gdy nieznané były mendelowskie modele dziedziczenia — opisane w słowach w oparciu o ówczesną wiedzę, doczekały się w genetyce populacyjnej matematycznych modeli i ilościowych metod badawczych. Dzięki genetyce populacyjnej wyjaśniły się zarysowujące się z początkiem naszego wieku sprzeczności między odkryciami genetyki a darwinowską teorią ewolucji.

Genetyka populacyjna pozwala nam zauważyć w teorii Darwina sprzeczności, niedostrzeżone przez jemu współczesnych. Dla przykładu: utrata zmienności w populacji przy założeniu dziedziczenia przez łączenie się cech, (która to teoria dziedziczenia była wówczas powszechnie przyjęta) jest tak duża, że uniemożliwia działanie doboru. Aby utrzymać zmienność w populacji potrzebną dla działania doboru, powinna ona tak szybko przyrastać, że potomstwo niewiele przypominałoby rodziców, co ostatecznie też uniemożliwiłoby postęp ewolucyjny.

Za najważniejsze osiągnięcie współczesnej teorii ewolucji uznać można zdefiniowanie pojęcia gatunku i podania mechanizmów powstawania gatunków. Jeszcze do niedawna pojęcie gatunku było przedmiotem długich i niebardzo płodnych rozważań typu filozoficznego. Dzięki badaniom

genetycznym nad populacjami zdajemy sobie sprawę, jak różnymi zjawiskami jest gatunek organizmu rozmnażającego się płciowo, w przeciwieństwie do klonów rozmnażających się bez wymiany materiału genetycznego wewnątrz populacji.

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że definicja gatunku jako grupy organizmów, wewnątrz której ma miejsce wymiana materiału genetycznego, a która jest reprodukcyjnie izolowana od innych takich grup, niewiele ma wspólnego z powszechnie obecnie przyjętą praktyką taksonomiczną. Opisując nowe gatunki zwykle nikt nie stwierdza (nawiasem mówiąc, byłoby to bardzo trudne), czy są to izolowane pule genów. Jako gatunki opisywane są nie rozmnażające się płciowo klony, jeśli tylko są dostatecznie odmienne od innych klonów. Działalność taką usprawiedliwiają przede wszystkim potrzeby praktyki. Opisywanie różnorodnych form organizmów spotykanych w przyrodzie jest niekiedy ważniejsze niż ściśle przestrzeganie zasad teorii. Znaczenie genetyki populacyjnej polega raczej na tym, że podaje ona ogólne zasady, które mogą być stosowane, gdy jest ku temu potrzeba, na przykład gdy taksonomowie nie mogą się pogodzić między sobą.

Mayr, Linsley i Usinger (1953) w jednym z najlepszych podręczników zasad uprawiania taksonomii odróżniają trzy stadia rozwoju tej dyscypliny: stadium alfa polega na nazywaniu i charakteryzowaniu gatunków, stadium beta na tworzeniu naturalnego systemu przez przydzielanie gatunków do wyższych kategorii systematycznych, stadium gamma na analizie zmienności wewnątrzgatunkowej i badaniach ewolucyjnych. To ostatnie stadium nie jest niczym innym, jak zastosowaniem genetyki populacyjnej do populacji naturalnych.

Ostatnie lata przyniosły nowe metody w taksonomii biologicznej. Mam tu na myśli taksonomię numeryczną, która rezygnuje z tworzenia tak zwanych systemów naturalnych, opartych na ewolucyjnym pokrewieństwie, główne znaczenie nadając aktualnie istniejącym podobieństwom. Niezależnie od tego, jak potoczą się dalsze losy taksonomii — czy pozostanie ona przy metodach klasycznych, czy też przejdzie na metody numeryczne — nie obejdzie się chyba dalszy jej rozwój bez tego typu badań, które zaliczono do stadium gamma.

Opis zjawisk i mechanizmów genetycznych w obrębie naturalnych populacji, które prowadzą do powstawania gatunków i według których przebiega proces ewolucji, znaleźć można w wielu obszernych opracowaniach. Polecieć tu należy przede wszystkim opracowania Dobzhansky'ego (1951) i Mayra (1963), z bardziej zaś popularnych Caina (1954) i Smitha (1968). Ta ostatnia pozycja została przetłumaczona na język polski i jest chyba jedynym dostępnym po polsku nowoczesnym opracowaniem teorii ewolucji. Zwrócić należy też uwagę na niedawno powstały, redagowany między innymi przez Dobzhansky'ego, periodyk „*Evolutionary Biology*”, który zamieszcza obszerne artykuły przeglądowe dotyczące ewolucjonizmu.

Z ciekawszych zastosowań genetyki populacyjnej do teorii ewolucji wspomnieć należy o próbach skonstruowania matematycznego modelu, który w oparciu o zasady genetyki populacyjnej określiłby szybkość przebiegu ewolucji.

Biologowie odnoszą się zwykle bardzo sceptycznie do rozważań nie popartych danymi empirycznymi. Na pytanie, czy jest rzeczą możliwą, aby skomplikowane organy, takie na przykład jak oko ssaka, mogły powstać drogą doboru naturalnego, biolog często odpowiada, że co prawda jest to

struktura niezmiernie skomplikowana, ale powstawała ona w niezmiernie długim okresie czasu. Nie jest to rozumowanie, które odpowiada standardom współczesnej nauki, choćby z tej przyczyny, że czas istnienia życia na Ziemi daje się określić, komplikację zaś jakiegoś organu lub całego organizmu można próbować określić w bitach informacji potrzebnych do jego opisu.

Wyobrazić sobie można bardzo prymitywny organizm i przypisać mu pewną częstotliwość korzystnych mutacji, czas trwania poszczególnych generacji, współczynnik selekcji, a następnie w oparciu o te parametry symulować jego ewolucję na maszynach cyfrowych. Jako przykład można podać badania Ulama (1967) dla trzech przypadków: organizmu rozmnażającego się bezpłciowo, organizmu dwupłciowego oraz dwupłciowego przy założeniu przyciągania się partnerów bardziej zaawansowanych ewolucyjnie. Stwierdził on, że przy przyjęciu częstości korzystnych mutacji rzędu 10^{-10} i bardzo niskich współczynników selekcji rzędu 10^{-6} możliwy jest stosunkowo szybki postęp ewolucyjny, wyrażający się powstawaniem struktur o wysokim stopniu komplikacji. Ułam nie podał dokładnych wyników obliczeń, stwierdził jednak, że postęp jest znacznie szybszy przy założeniu reprodukcji dwupłciowej. Opisane tu badania, chociaż nie oparte na dokładnych danych empirycznych są przykładem nowego i być może bardzo płodnego podejścia do zagadnień ewolucji.

WYJAŚNIANIE ZJAWISK BIOLOGICZNYCH NA POZIOMIE POPULACYJNYM

Pod postacią teorii doboru naturalnego biologia współczesna otrzymała ogólną metodę wyjaśniania zjawisk biologicznych. Poszukując przyczyn, dla których w świecie organicznym istnieją różnorodne struktury i funkcje, nie musimy uciekać się do wyjaśnień innych niż przyjęte w naukach ścisłych, mamy bowiem do dyspozycji teorię doboru naturalnego.

Wynikają z tego pewne konsekwencje: po pierwsze, należy się w pewien sposób ustosunkować do wszelkich zjawisk biologicznych, które wydają się sprzeczne z teorią doboru naturalnego. Można to zrobić przez ustalenie, czy zjawisko to zostało we właściwy sposób opisane i zinterpretowane, bądź też przez skonstruowanie modelu, który wykazałby, jak zjawisko takie mogło powstać drogą doboru. Dobór naturalny jest, jak dotychczas, powszechną teorią biologiczną i jeśli przynajmniej jeden fakt przeczy mu, to należy albo całą teorię odrzucić, albo też przeprowadzić rozumowanie wykazujące zgodność tego faktu z teorią.

Po drugie, podobnie jak: w fizyce lub w chemii, można i należy teorii doboru używać do przewidywania zjawisk biologicznych. Przewidywanie takie może być w dużej mierze ograniczone. Nie można obecnie przewidzieć, jak potoczy się ewolucja świata organicznego, a biorąc pod uwagę element losowy w ewolucji, być może nigdy nie będzie można tego przewidzieć. Można jednak przypuszczać, że wszystkie organizmy dążyć będą do pozostawiania jak największej ilości potomstwa i najniższej śmiertelności. Znając ich morfologię, fizjologię i środowisko ekologiczne można sobie wyobrazić, jakie środki do tego celu zastosują.

Postęp w biologii populacyjnej powinien przynieść likwidację sprzeczności między obserwacjami i teorią, teorię zaś konstruować tak, aby z jej pomocą można było jak najbardziej precyzyjnie przewidywać jak najszersze grupy zjawisk. Trzy przykłady, jak postęp ten przebiega, podano poniżej.

1. Ponieważ dobór naturalny preferuje osobniki o wysokich możliwościach reprodukcyjnych, dziwić się można, że na przykład ptaki składają mniej jaj, niżby im na to pozwalały ich możliwości fizjologiczne. Ten sam gatunek, dla przykładu rudzik, *Erithacus rubecula*, ma różną wielkość lęgu na różnych obszarach, z tym że w Europie wzrasta ona wraz ze wzrostem szerokości geograficznej. Model wyjaśniający te zjawiska podał Cody (1965). Organizm, który ma ograniczoną ilość dopływu energii lub ograniczony czas aktywności, dzieli go w ten sposób, aby zwiększyć wspomniane tu już wartości r i K . Jeśli ptak składa zbyt dużo jaj, to albo nie wystarcza mu czasu na wyżywienie młodych, albo też on sam mniej czasu może poświęcić na zbieranie pokarmu dla siebie i unikanie drapieżników. W Europie im dalej na północ, tym dłuższy dzień w lecie, dlatego ptaki mają więcej czasu na zdobywanie pożywienia, trudniejsze zaś warunki klimatyczne powodują dodatkową śmiertelność, która powinna być równoważona przez reprodukcję. Należy zatem spodziewać się większych lęgów bardziej ku północy, co też ma miejsce w przypadku rudzika i innych ptaków dziennych. Gdybyśmy znali dokładnie bioenergetykę badanych ptaków, dostępność pokarmu, przyczyny śmiertelności moglibyśmy skonstruować matematyczny model w formie dostosowania jako funkcji wielkości lęgu. Maksimum tej funkcji byłoby przewidywaną wielkością lęgu. Wiadomo, że funkcja ta ma określone maksimum: powyżej pewnej wielkości lęgu dostosowanie maleje.

2. W biologii znane są szeroko zjawiska sezonowych migracji zwierząt. Jeśli pewien gatunek ptaka migruje na okres zimy, to znaczy, że jego szansa przeżycia na zimowisku jest większa niż w kraju gniazdowania, z tym że uwzględnić trzeba ryzyko związane z samą wędrówką. Dla niemigrantów kraj gniazdowania daje większą szansę przeżycia.

Istnieje jednak szereg gatunków, z których część osobników migruje, część zaś pozostaje na miejscu. Trudno zrozumieć mechanizm doboru takiego zachowania się. Jeśli prawdopodobieństwo przeżycia jest większe na zimowisku, niemigranci powinny zostać wyeliminowane, jeśli jest przeciwnie, geny determinujące migracyjność powinny być usunięte z populacji.

Sprzeczność tę wyjaśnił Cohen (1966), przyjmując że prawdopodobieństwa przeżycia na zimowisku i w kraju gniazdowania zmieniają się z roku na rok, czyli że nie są stałymi, lecz zmiennymi losowymi. Przyjmując za dostosowanie długoterminowy przyrost populacji, można przy warunku maksymalnej wartości dostosowania określić frakcję osobników migrujących jako funkcję średnich i wariancji prawdopodobieństw przeżycia na dwóch różnych terytoriach. Funkcji tej nie można przedstawić wzorem analitycznym, konieczne jest tu rozwiązanie numeryczne na maszynach cyfrowych. Przy dużej zmienności prawdopodobieństw przeżycia należy spodziewać się strategii mieszanej, to znaczy migracji tylko części osobników.

Warto tu dodać, że model Cohena znajduje zastosowanie w dziedzinie bardzo odległej od biologii, a mianowicie przy podejmowaniu decyzji o inwestowaniu kapitału w przedsiębiorstwa, których zysk jest zmienną losową.

3. Najbardziej chyba kontrowersyjnym zagadnieniem w teorii doboru naturalnego jest ewolucja zachowań altruistycznych. Termin ten stosowany jest w biologii do takich zachowań organizmu, które zmniejszają

jego szanse przeżycia i wydania potomstwa, a równocześnie zwiększają te szanse u jego sąsiadów.

Altruizm jest zrozumiały, gdy mamy do czynienia z grupą genetycznie identyczną, jak kolonie komórek lub klony, bowiem dobór jest tam niemożliwy, działalność zaś altruistów może zwiększyć prawdopodobieństwo przeżycia całej grupy.

Gdy mamy do czynienia z altruizmem rodziców wobec swego potomstwa, sprawa jest stosunkowo prosta. Można sobie wyobrazić, że samica udająca ranną, aby odciągnąć drapieżnika od gniazda, zmniejsza swą oczekiwaną długość życia, w zamian zaś zwiększa ilość potomstwa. Miara przyrostu naturalnego r składa się z dwóch komponentów: prawdopodobieństwa przeżycia i reprodukcji. Jeśli jakieś zachowanie zmniejsza to prawdopodobieństwo, zwiększa zaś reprodukcję, tak że r nie maleje lecz rośnie, to zachowanie takie może powstać i utrzymać się drogą doboru.

Zagadnienie komplikuje się przy altruizmie w stosunku do rodzeństwa, rodziców, kuzynów lub większych grup, składających się tylko częściowo z osobników pokrewnych. Zagadnienie to znalazło rozwiązanie w modelu Hamiltona (1964). U podstaw modelu Hamiltona leży rozumowanie, które w sposób intuicyjny i uproszczony przedstawić można następująco: Jeśli osobnik A jest altruistą i działa na korzyść osobnika B, który jest jego krewnym, to istnieje pewne prawdopodobieństwo (dane współczynnikiem pokrewieństwa Wrighta), że gen odpowiedzialny za altruizm znajduje się także u osobnika B. Działanie zatem altruistyczne, szczególnie gdy pociąga za sobą niewielką stratę u A, duży zaś zysk u B, może bardziej przyczynić się do zwiększenia frekwencji genu altruistycznego niż powstrzymanie się od tego działania.

Model Hamiltona obejmuje ewolucję wszelkich zachowań, gdy organizmy o różnym stopniu pokrewieństwa oddziałują na siebie, a zatem nie tylko zachowań altruistycznych, ale i „samolubnych”. To ostatnie zachowanie jest przeciwieństwem altruistycznego: tutaj przyrost dostosowania „samoluba” połączony jest z utratą dostosowania sąsiada.

Opisywany model dotyczy populacji z nie zachodzącymi na siebie generacjami i losowym parzeniem się. Te restrykcje są wynikiem formalnych trudności typu matematycznego. Rozumowanie Hamiltona jest zbyt obszerne, aby je tutaj choć w zarysie powtarzać, ważne są natomiast wnioski. Otóż możliwa jest ewolucja zachowań altruistycznych, gdy stosunek wzrostu dostosowania sąsiada do spadku dostosowania u altruisty jest wyższy od odwrotności współczynnika pokrewieństwa Wrighta. Dla rodzeństwa, w układach rodzice-dzieci wzrost dostosowania sąsiada powinien być co najmniej dwukrotnie większy od spadku dostosowania altruisty, dla kuzynów — ośmiokrotnie większy itd. W podobny sposób ograniczona jest ewolucja zachowań „samolubnych”. Pośród rodzeństwa może istnieć tylko takie zachowanie, w jakim zysk „samoluba” byłby dwukrotnie większy od spadku dostosowania braci.

Z tych teoretycznych rozważań wypływa wiele ciekawych wniosków. Zrozumiałe się staje osłabienie konkurencji i agresji w stosunku do osobników spokrewnionych lub w stosunku do takich, wobec których istnieje prawdopodobieństwo, iż są nosicielami podobnych genów. Wobec osobników bardzo odmiennych, które prawdopodobnie są nosicielami odmiennych genów, spodziewać się można aktów agresji. Zjawisko takie daje się w naturze często obserwować, na przykład agresja wobec albinosów, a jego geneza była dotychczas niejasna.

Ponieważ system genetyczny błonkówek (*Hymenoptera*) jest tego typu (haploidalne samce), że współczynnik pokrewieństwa między siostrami wynosi $3/4$, między zaś matką a córkami $1/2$, osobnik może się bardziej przyczynić do przekazania przyszłym pokoleniom swego materiału genetycznego przez opiekę nad rodzeństwem niż przez założenie swego własnego gniazda. Stąd jasna się staje ewolucja życia społecznego właśnie u błonkówek. Takich danych, wskazujących, że wnioski wypływające z modelu Hamiltona zgodne są z obserwowanymi faktami, znaleźć można w jego opracowaniu bardzo dużo.

Dzięki modelowi Hamiltona odrzucić możemy XIX-stowieczną interpretację darwinizmu jako walki o byt „na kły i pazury”. Odrzucając tę koncepcję nie musimy uciekać się do niejasnych jeszcze pojęć doboru między populacjami, lecz opieramy się na dobrze skonstruowanym modelu matematycznym, zgodnym ze współczesną wiedzą o genetyce populacji.

LITERATURA

- [1] Ayala F. J. — *Evolution of fitness in experimental populations of Drosophila serrata*, Science, 150: 903—905, 1965.
- [2] Cain A. J. — *Animal species and their evolution*, Hutchinson's, London, 1954.
- [3] Cody M. L. — *A general theory of clutch size*, Evolution, 20: 174—184, 1965.
- [4] Cohen D. — *Optimization of seasonal migratory behavior*, Amer. Natur., 101: 5—7, 1967.
- [5] Dobzhansky T. — *Genetics and the origin of species*, Columbia University Press, New York, 1951.
- [6] Fisher R. A. — *The genetical theory of natural selection*, Clarendon Press, Oxford, 1930.
- [7] Ford E. B. — *Genetyka ekologiczna*, PWRiL, Warszawa, 1967.
- [8] Hamilton W. D. — *The genetical evolution of social behaviour I, II*, J. Theor. Biol. 7: 1—52, 1964.
- [9] Li C. C. — *Population genetics*, The University of Chicago Press, Chicago, 1955.
- [10] MacArthur R. H. — *Some generalized theorem of natural selection*, Proc. Nat. Acad. Sci. USA 48: 1893—1897, 1962.
- [11] Mayr E. — *Animal species and evolution*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1963.
- [12] Mayr E., E. G. Linsley, R. L. Usinger — *Methods and principles of systematic zoology*, McGraw-Hill Book Co., New York, 1953.
- [13] Smith J. M. — *Group selection and kin selection*, Nature 201: 1145—1147, 1964.
- [14] Smith J. M. — *Teoria ewolucji*, PWN, Warszawa, 1968.
- [15] Southwood T. R. E. — *Ecological methods with particular reference to study of insect populations*, Methuen and Co., London, 1966.
- [16] Spiess E. B. (redaktor) — *Papers on Animal Population Genetics*, Little, Brown and Co., Boston, 1962.
- [17] Ulam S. M. — *How to formulate mathematically problems of rate of evolution*, The Wistar Symposium Monograph 5: 21—33, 1967.
- [18] Wynne-Edwards V. C. — *Animal dispersion in relation to social behaviour*, Oliver and Boyd, Edinburgh, 1962.

PROBLEMY LINII PŁCIOWEJ U PŁAZÓW BEZOGONOWYCH (ANURA)

Gruczoł rozrodczy (gonada) kręgowców jest organem złożonym, w którym komórki rozrodcze pogrążone są w masie tkanek somatycznych nie biorących bezpośredniego udziału w rozmnażaniu. Strukturalna i funkcjonalna dwoistość gonady bierze swój początek w embriogenezie — komórki rozrodcze powstają bowiem eksterytorialnie w stosunku do miejsca tworzenia się zawiązków gonad.

Historia rozwoju elementów rozrodczych jest skomplikowana i przebiega w kilku etapach.

I etap obejmuje wczesny okres rozwoju embrionalnego. W obrębie jednego z listków zarodkowych wyodrębniają się pierwotne komórki płciowe (PKP). Miejsce powstawania PKP jest często topograficznie bardzo odległe od miejsca, w którym wytworzy się przyszła gonada i niejednokrotnie leży już na terytorium pozazarodkowym.

II etap łączy się z okresem wczesnej organogenezy i obejmuje przemieszczanie się PKP w kierunku zawiązków gonad tworzących się z elementów somatycznych.

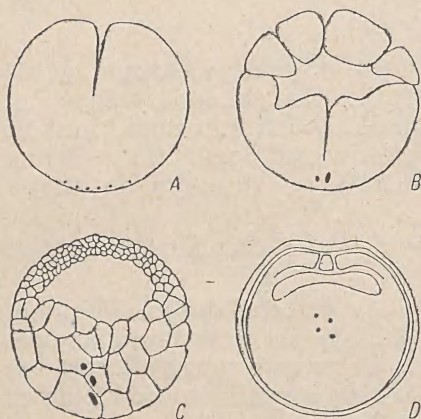
III etap przypada na okres wzrostu i różnicowania się zarodka. Następuje wtedy osiedlanie się PKP na terenie zawiązków gonad w wyniku czego dochodzi do integracji rozdzielonych do tej pory elementów somatycznych i płciowych i wytworzenia gruczołu rozrodczego.

Historia rozwoju komórek rozrodczych została dobrze poznana u płazów i to zarówno bezogonowych (*Anura*) jak i ogoniastych (*Urodela*). Należy zaznaczyć, że obie wymienione grupy wykazują znaczne różnice w rozwoju elementów rozrodczych. W niniejszym artykule omówione zostaną jedynie *Anura*.

Odtworzenie historii linii płciowej *Anura* zawdzięczamy cytologicznym badaniom Bounoure'a (1934, 1939). Bounoure wysunął przypuszczenie, że powstawanie PKP związane jest z występowaniem w tych komórkach charakterystycznej struktury cytoplazmatycznej, tzw. „cytoplazmy płciowej”, znajdującej na terenie PKP w ciągu dwóch pierwszych etapów ich historii. Być może, że PKP są wyróżniane tylko dzięki temu, że są niejako znakowane obecnością dodatkowej struktury komórkowej, która w obrębie innych komórek budujących ciało zarodka (komórek somatycznych) nie jest spotykana.

Już w okresie pierwszych podziałów komórki jajowej można zaobserwować, że niektóre blastomery w obrębie materiału wegetatywnego zawierają dobrze barwiącą się w preparatach cytologicznych „cytoplazmę płciową” (rys. 1). W czasie bruzdkowania „cytoplazma płciowa” jest przemieszczana do wnętrza zarodka aby ostatecznie z początkiem gastrulacji wejść w skład kilku lub kilkunastu komórek w obrębie entodermy (rys. 1).

Komórki te uważa się od tego momentu za PKP. Droga biernego przemieszczania się (ruchy morfogenetyczne w czasie gastrulacji) i aktywnej migracji PKP przesuwają się w kierunku zawiązków gonad tworzących się w ścianie nabłonka otrzewnowego, w pobliżu krezki jelitowej. W czasie wędrówki komórki nie podlegają podziałom i zachowują charakter embrionalny, typowy dla wszystkich mało zróżnicowanych komórek. Po wejściu na teren zawiązków gonad PKP dzielą się intensywnie, dając początek ostatecznym komórkom rozrodczym.



Rys. 1. Przemieszczenie wysp „cytoplazmy płciowej” w okresie wczesnego rozwoju embrionalnego. A — dzielące się jajo, B — stadium 16 blastomerów, C — blastula, D — gastrula

Badania prowadzone nad embriogenezą komórek rozrodczych płazów bezgonowych zmierzają do znalezienia odpowiedzi na następujące pytania.

1. Czy „cytoplazma płciowa” jest rzeczywistym determinantem linii płciowej a jej występowanie w danej komórce warunkuje przekształcenie się tej komórki w PKP;
2. Na czym polega rola „cytoplazmy płciowej” i mechanizm jej działania;
3. Jaki jest stosunek linii płciowej do linii somatycznej i jak dochodzi do rozdziału obu linii w ontogenezie.

CZY „CYTOPLAZMA PŁCIOWA” JEST DETERMINANTEM LINII PŁCIOWEJ?

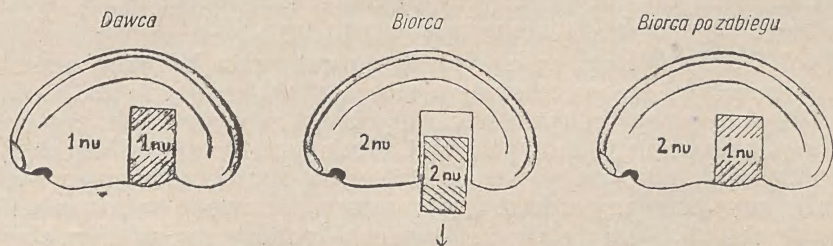
Obserwacje cytologiczne, które doprowadziły do odtworzenia historii elementów rozrodczych wymagały potwierdzenia eksperymentalnego. Istnieje bowiem możliwość, że struktura cytoplazmatyczna znajduwana na terenie pewnych komórek nie ma żadnego określonego znaczenia w ustalaniu losów tych komórek jako potencjalnych komórek płciowych lub, co gorsza, komórki te nie odpowiadają PKP, które powstają z innych źródeł.

Jeśli komórki zawierające „cytoplazmę płciową” reprezentują rzeczywiście PKP to można przypuszczać, że pozbawienie zarodka tych komórek powinno prowadzić do całkowitej bezpłodności zwierząt dorosłych. Tych samych rezultatów należy oczekiwać usuwając „cytoplazmę płciową” z terenu młodego zarodka. Odbudowa linii płciowej byłaby uzależ-

niona od wprowadzenia do zarodka nowej porcji PKP względnie przeszczepienia pewnych ilości „cytoplazmy płciowej”.

Po całkowitym usunięciu entodermu u młodych zarodków *Discoglossus pictus* stwierdza się brak komórek rozrodczych w gonadach larw, które rozwinęły się z operowanych zarodków, chociaż części somatyczne gonad różnicują się zupełnie prawidłowo (Gipouloux, 1962). Wyniki te są potwierdzeniem znanych już obserwacji mówiących o entodermalnej lokalizacji PKP.

Blackler i Fischberg (1961) przeprowadzili interesujące eksperymenty na zarodkach *Xenopus laevis*. U zarodków tych w stadium neuruli PKP skupiają się na niewielkim obszarze, w tylnej części entodermu (rys. 2).



Rys. 2. Schemat operacji przeszczepiania PKP pomiędzy dwiema neurulami przeprowadzonej przez Blacklera i Fischberga (1961). Zabieg polega na usunięciu obszaru entodermalnego zawierającego PKP u biorcy (2 nu) i wprowadzeniu na to miejsce identycznego wycinka entodermu pochodzącego z neuruli o odmiennej liczbie jąder (1 nu). PKP znajdujące się w przeszczepie rozwijają się w komórki rozrodcze, z których powstaje nowa generacja osobników różniących się od organizmu rodzicielskiego liczbą jąder

Obszar taki można usunąć, zastępując ubytek materiałem obcego pochodzenia (w tym przypadku materiałem entodermalnym) zawierającym PKP i pochodzącym z innej neuruli. Dla rozróżnienia komórek dawcy i biorcy używano zarodków pochodzących z dwóch szczepów różniących się między sobą liczbą jąder (rys. 2). Po operacji zwierzęta hodowano aż do momentu osiągnięcia przez nie dojrzałości płciowej. Okazało się, że niektóre z tych zwierząt produkowały potomstwo o cechach niezgodnych z cechami rodziców w odniesieniu do liczby jąder a odpowiadających cechom dawcy przeszczepu. Logiczny jest więc wniosek, że potomstwo takie wywodziło się z komórek płciowych pochodzących z przeszczepionej entodermu. Logiczne jest też przypuszczenie, że biorca został przedtem całkowicie pozbawiony swoich własnych PKP, które musiały się znajdować w wyciętym obszarze entodermu.

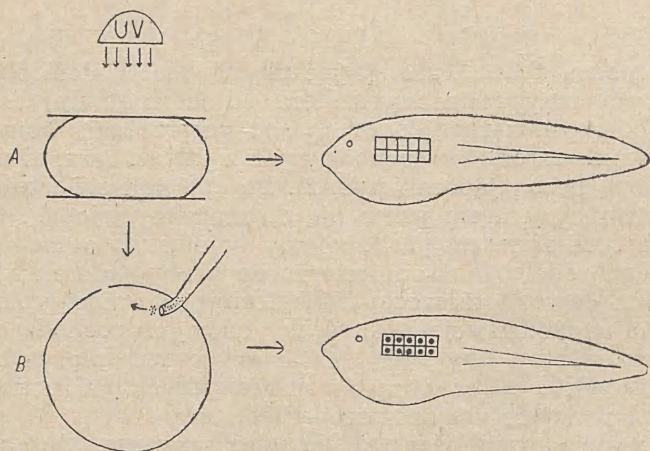
Opisane doświadczenie dostarczyło więc ważnego, choć pośredniego, dowodu na to, że istotnie komórki znajdujące się w określonym rejonie entodermu, a odróżniające się obecnością „cytoplazmy płciowej”, są wyłącznym źródłem przyszłych komórek rozrodczych.

Doświadczenia zmierzające do usunięcia lub zniszczenia „cytoplazmy płciowej” są przeprowadzane na stadiach dużo wcześniejszych, obejmujących okres od zapłodnienia do momentu utworzenia kilkukomórkowego zarodka. „Cytoplazma płciowa” skupia się wtedy w okolicy bieguna wegetatywnego, tuż pod powierzchnią rozwijającego się jaja. Takie ułożenie

wysp cytoplazmatycznych pozwala na stosunkowo łatwe usuwanie tego materiału metodami chirurgicznymi. Na uwagę zasługują wyniki Librera (1964), który uzyskał sterylne larwy po usunięciu części materiału wegetatywnego z zapłodnionego niepodzielonego jaja.

Dobre też rezultaty daje opracowana przez Bounoure'a (1939) metoda naświetlania bieguna wegetatywnego jaj promieniami ultrafioletowymi. U larw, które rozwinęły się z naświetlonych jaj stwierdza się brak komórek rozrodczych w gonadach. Rozległe badania prowadzone przez Smitha (1966) pozwoliły na uzyskanie całkowitej sterylności w 100% przypadków u *Rana pipiens* po dobraniu odpowiedniej długości fal ultrafioletowych (254 m μ). Smith jest też pierwszym badaczem, któremu udało się uzyskać odbudowę linii płciowej u zwierząt eksperymentalnych drogą przeszczepienia do naświetlonych jaj materiału pobranego z okolic bieguna wegetatywnego jaj nienaświetlonych (rys. 3).

Wyniki doświadczeń, polegających na usuwaniu lub niszczeniu materiału wegetatywnego w dzielącym się jaj, wskazują na to, że istotnie jakieś struktury występujące w okolicy bieguna wegetatywnego są związane z powstawaniem linii płciowej. Brak jest wciąż jednak decydującego eksperymentu, który potwierdziłby, w sposób jednoznaczny, powszechnie przyjmowany udział „cytoplazmy płciowej” w rozwoju komórek rozrodczych. Wydaje się, że jedynym krokiem naprzód byłoby opracowanie metody izolowania „cytoplazmy płciowej” z jaja i przeszczepiania takiego „czystego” materiału w różne okolice wczesnego zarodka, w obręb blastomerów wegetatywnych i animalnych. Wielce pomocne byłoby przy tym znalezienie metody selektywnego przyżyciowego podbarwiania „cytoplazmy płciowej”.



Rys. 3. Schemat doświadczenia przeprowadzonego przez Smitha (1966). A — Z jaj naświetlanych promieniami ultrafioletowymi (UV) w okolicy bieguna wegetatywnego rozwijają się normalnie wykształcone larwy, których gonady nie zawierają komórek płciowych (choć części somatyczne gonad różnicują się prawidłowo). B — Wprowadzenie do naświetlonych jaj niewielkich ilości cytoplazmy pobranej z okolic bieguna wegetatywnego jaj nienaświetlonych przywraca normalne różnicowanie linii płciowej

ROLA „CYTOPLAZMY PŁCIOWEJ” I PRZYPUSZCZALNY MECHANIZM JEJ DZIAŁANIA

Zachowanie się i losy PKP w rozwoju zarodkowym w zdumiewający sposób odbiegają od zachowania się i losów otaczających komórek somatycznych.

Budowa PKP wskazuje na to, że komórki te zachowują przez długi czas charakter komórek embrionalnych. Choć pogrążone w masie komórek somatycznych PKP zachowują się tak, jak gdyby dysponowały jakąś autonomią, przy czym jest to autonomia pojedynczych komórek a nie mas komórkowych. Autonomia ta przejawia się w następujący sposób:

a) PKP choć topograficznie związane z entodermą nie ulegają różnicowaniu się w komórki jelita ani też nie podlegają cytolizie podczas zużycia przez zarodek tzw. odżywczej entodermi;

b) PKP odznaczają się zdolnościami do odbicia aktywnej wędrowki w kierunku dorsalnym, do zawiązków przyszłych gonad. Przyjmuje się, że są one zdolne do reagowania na chemotaktyczne bodźce pochodzące prawdopodobnie z zespołu grzbietowych organów osiowych (struna grzbietowa, somity, przewody Wolffa). Jednocześnie błona komórkowa PKP przejawia szczególne właściwości, mając zdolność wytwarzania pseudopodiów oraz czasowo zmieniającą się lepkość co powoduje, że PKP mogą poruszać się nie przylepiając się do innych komórek.

Nasuwa się wniosek, że przynajmniej część swoich właściwości PKP zawdzięczają „cytoplazmie płciowej” pojawiającej się jako stały składnik tych komórek we wczesnych etapach ich rozwoju. Taki wniosek byłby zgodny z wysuwanymi ostatnio koncepcjami podnoszącymi udział czynników cytoplazmatycznych w kontroli aktywności syntetycznej jądra.

Wiadomo, że w wyniku pierwotnego nierównomiernego rozłożenia cytoplazmy w jaju potomne blastomery dzielącego się zarodka otrzymują jakościowo różnorodny materiał cytoplazmatyczny przy równoczesnym zachowaniu identyczności genomu. Wiadomo też, że postępujące różnicowanie komórek w rozwoju uzależnione jest od włączania lub wyłączania z działalności poszczególnych części genomu (genów lub ich zespołów) i przekazywania określonej informacji genetycznej na teren cytoplazmy, gdzie informacja ta jest tłumaczona na poziomie organelli komórkowych związanych z syntezą białek.

Uznanie wpływu różnych środowisk cytoplazmatycznych, w których znajdują się jądra poszczególnych blastomerów na aktywność syntetyczną tych jąder, wydaje się stanowić klucz do zrozumienia procesów różnicowania komórek w ogóle.

Istnieje w tej chwili wiele dowodów wskazujących na to, że cytoplazma jaj i rozwijających się zarodków zawiera czynniki kontrolujące bezpośrednio aktywność genetyczną jąder i to we wszystkich jej przejawach (Gurdon i Woodland, 1968). Z drugiej strony kontrola taka może odbywać się pośrednio, przy udziale specyficznych terytoriów cytoplazmatycznych, znanych zresztą od dawna z badań cytologicznych (Gurdon i Woodland, 1968). Wydaje się, że terytoria takie zawierają zmagazynowaną informację w postaci kwasu rybonukleinowego (RNA), która jest uruchamiana w określonym stadium rozwojowym do produkcji specyficznych białek (konsepca „masked-RNA”, Spirin, 1966).

W świetle tych danych można próbować wyjaśnić, na razie hipotezytycznie, rolę „cytoplazmy płciowej” w powstawaniu komórek rozrod-

czych. Atrakcyjna wydaje się hipoteza o występowaniu na tym terenie zmagazynowanej informacji w postaci RNA (RNA informacyjne czyli m-RNA), co już sugerował Padoa (1964). Uruchomienie tej informacji wiązałoby się bezpośrednio lub pośrednio z hamowaniem aktywności genetycznej jąder PKP, co na terenie cytoplazmy przejawiałoby się jako niezdolność do produkowania specyficznych białek charakterystycznych dla różnicujących się komórek entodermi. Jądra PKP, dzięki owemu stałemu zahamowaniu, zachowywałyby potencje rozwojowe równoważne potencjom jądra komórki jajowej. Zostało to pięknie dowiedzione w doświadczeniach Smitha (1965), który przeszczepiał jądra PKP do jaj uprzednio pozbawionych swoich własnych jąder i uzyskiwał po takim zabiegu normalny rozwój, aż do stadium kijanki.

Aktywność „cytoplazmy płciowej” byłaby jednocześnie związana z uruchomieniem tych części genomu, które zawierają informację niezbędną dla ustalenia się w PKP warunków pozwalających na odbycie migracji w kierunku zawiązków gonad.

Budowa „cytoplazmy płciowej” znana jest na razie jedynie z obserwacji w mikroskopie świetlnym. Oprócz mitochondriów i małych płytek żółtka stwierdzono tam obecność znacznych ilości RNA, odpowiadającego prawdopodobnie rybosomalnemu RNA (Blackler, 1958, Czołowska, 1969). Obecność kwasów nukleinowych na terenie „cytoplazmy płciowej” została także wydedukowana przez Smitha (1966), który stwierdził, że promienie ultrafioletowe o długości 254 mμ (co odpowiada długości fal uszkadzających kwasy nukleinowe) niszczą całkowicie linię płciową zarodka. To uszkodzenie zresztą, jak wynika z obserwacji cytologicznych, nie jest związane z bezpośrednim zanikiem „cytoplazmy płciowej”, której morfologiczny obraz w naświetlonych zarodkach nie ulega zmianie (nie publikowane obserwacje Hammer, Czołowska).

Niestety brak jest wciąż danych obrazujących ultrastrukturę „cytoplazmy płciowej”. Wydaje się, że byłoby rzeczą niezwykle interesującą przeprowadzenie badań porównawczych nad ultrastrukturą „cytoplazmy płciowej” *Anura* i „plazmy polarnej” *Diptera (Insecta)*, badanej submikroskopowo przez Mahowalda (1962, 1965, 1968). Udział „plazmy polarnej” w rozwoju linii płciowej *Diptera* został wielokrotnie dowiedziony.

LINIA SOMATYCZNA A LINIA PŁCIOWA. PRÓBA UOGÓLNIENIA

Myśl o występowaniu w każdym organizmie dwóch odrębnych linii komórkowych: linii somatycznej i płciowej zawdzięczamy Nussbaumowi (1880).

Do pierwotnej koncepcji Nussbauma zakładającej totipotencję komórek rozrodczych przy jednocześnie ograniczonych potencjach komórek somatycznych, trzeba wprowadzić dzisiaj pewne poprawki. Okazuje się bowiem, że ograniczanie potencji komórek somatycznych w rozwoju nie jest absolutne, a ich jądra mogą w pewnych warunkach ulegać „dedyferencjacji”, co ujawnia się w zdolnościach tych jąder do kierowania normalnym rozwojem po przeszczepieniu na teren komórki jajowej (artykuł przeglądowy Gallien, 1966). Z drugiej jednak strony faktem pozostaje odrębność linii płciowej przejawiająca się w jej ukierunkowanym rozwoju i zachowywaniu przez komórki płciowe zdolności do wytworzenia nowego organizmu.

Wydaje się, że dopiero poznanie budowy i mechanizmu działania takich determinantów linii płciowej jak „plazma polarna” u *Diptera* czy „cytoplazma płciowa” u *Anura* doprowadzi do sformułowania szerszych wniosków co do autonomii linii płciowej w ogóle. Pewne jednak rozważania dotyczące rozdziału linii płciowej i somatycznej można przeprowadzić już dzisiaj. Rozważania te obracają się głównie wokół problemów momentu i sposobu rozdziału obu linii w ontogenezie.

Rozdział ten u *Anura* następuje wcześniej, jednak określenie momentu rozdziału zależy od subiektywnego punktu widzenia. Blackler (1966) przedstawia dwie drogi rozumowania.

1. Jeśli przyjąć fakt występowania determinanta w komórce jako kryterium pozwalające na zidentyfikowanie embrionalnej komórki płciowej, to w tym rozumieniu za pierwotną komórkę płciową należy uważać zapłodnioną komórkę jajową. Komórka jajowa byłaby więc komórką rozrodczą nie tylko jako końcowy produkt oogenezy, ale także jako pierwotna komórka płciowa zapoczątkowująca nową generację komórek płciowych. Bruzdkowanie prowadziłoby jedynie do stopniowego oddzielania się komórek somatycznych z pierwotnej, już zróżnicowanej komórki płciowej.

W uzupełnieniu należy dodać, że istnieją w tej chwili obserwacje wskazujące na to, że determinant linii płciowej pojawia się w jaju znacznie wcześniej aniżeli po jego zapłodnieniu. Kluczową rolę w tworzeniu się „cytoplazmy płciowej” należy przypisać procesom oogenezy (Czołowska, 1969). W świetle tych danych konsekwentne przyjęcie przedstawionego powyżej punktu widzenia prowadziłoby do określonych wniosków natury teoretycznej: w niezakończonych jeszcze oogenezie ustala się nowa linia płciowa — co w pewien sposób byłoby potwierdzeniem postulatu Weismanna (1893) o ciągłości linii płciowej w ontogenezie.

2. Można też przyjąć, że każda komórka jajowa i każdy z blastomerów dwu- i czterekomórkowego zarodka reprezentuje zarówno potencje somatyczne, jak i płciowe. Pierwotny rozdział obu linii wiązałby się z utworzeniem równikowej bruzdy podziałowej oddzielającej blastomery animalne (somatyczne) od blastomerów zawierających „cytoplazmę płciową”. Ostateczne wyodrębnienie linii płciowej miałoby miejsce w stadium późnej blastuli, kiedy to „cytoplazma płciowa” wchodzi ostatecznie w skład niektórych komórek uważanych za PKP.

Komentując ten punkt widzenia trzeba podkreślić, że decydującym staje się tutaj nie tyle obecność „cytoplazmy płciowej” w komórce co moment jej kooperacji z jądrem, który, jak wynika z obrazów morfologicznych, zbiega się prawdopodobnie z momentem zbliżenia się „cytoplazmy płciowej” do jądra i otulenia go w postaci czapeczki.

Nasuwa się w związku z tym pytanie jak dalece sortowanie „cytoplazmy płciowej” w okresie bruzdkowania i zamykanie jej w obrębie kilku komórek półkuli wegetatywnej jest procesem przypadkowym. Wiadomo, że liczba PKP zawierających „cytoplazmę płciową” nie jest stała i waha się w obrębie gatunku. Ciekawe byłoby przeprowadzenie doświadczenia polegającego na wprowadzaniu „cytoplazmy płciowej” w obręb różnych blastomerów wegetatywnej połówki jaja i stwierdzenie czy kooperacja determinanta z jądrem jest w każdym przypadku możliwa. Można by w ten sposób zbadać czy każdy z wegetatywnych blastomerów posiada potencje w kierunku wytworzenia PKP, czy też potencje te posiadają tylko nieliczne blastomery.

Pozostaje jeszcze do omówienia sprawa relacji między linią płciową a somatyczną.

Spotyka się, najczęściej w starszej literaturze, stwierdzenie orzekające o powstawaniu PKP u kręgowców z takiego czy innego listka zarodkowego. W przypadku *Anura* udział entodermy w wytwarzaniu PKP jest bierny, można więc mówić jedynie o związaniu losów PKP z losami komórek entodermalnych. Związek ten jest na tyle ścisły, że przy wszelkich zaburzeniach w normalnym rozwoju entodermy (np. niepełne wpuklanie w czasie gastrulacji) tworzenie się linii płciowej może być zahamowane.

Współdziałanie linii płciowej i somatycznej w rozwoju staje się bardziej widoczne w okresie wędrówki PKP w kierunku zawiązków gonad. Chemotaktyczne bodźce zespołu organów osiowych działają przyciągająco na odpowiednio wrażliwe PKP. Po wejściu PKP na teren zawiązków gonad rozpoczyna się nowy etap ścisłego związku między linią płciową a somatyczną.

LITERATURA

- [1] Blackler A. W. — *Contribution to the study of germ-cells in the Anura*, J. Embryol. exp. Morph. 6, 491—503, 1958.
- [2] Blackler A. W. — *Embryonic sex cells of Amphibia*, Adv. Reprod. Physiol. 1, 9—28, 1966.
- [3] Blackler A. W., Fischberg M. — *Transfer of primordial germ-cells in Xenopus laevis*, J. Embryol. exp. Morph. 9, 634—641, 1961.
- [4] Bounoure L. — *Recherches sur la lignée germinale chez la Grenouille rousse aux premiers stades du développement*, Annls Sci. nat. 10^e ser. 17, 67—248, 1934.
- [5] Bounoure L. — *L'origine des cellules reproductrices et le problème de la lignée germinale*, Paris: Gauthier-Villars, 1939.
- [6] Czołowska R. — *Observations on the origin of the „germinal cytoplasm” in Xenopus laevis*, J. Embryol. exp. Morph. 22, 229—251, 1969.
- [7] Gallien L. — *La greffe nucléaire chez les Amphibiens*, Ann. Biol. 5, fasc. 5—6, 1966.
- [8] Gipouloux J. D. — *L'ablation de l'endoderme provoque la stérilization de la larve chez le Discoglossus (Discoglossus pictus)*, C. r. hebdom. Séanc. Acad. Sci., Paris, 254, 4081—4082, 1962.
- [9] Gurdon J. B., Woodland H. R. — *The cytoplasmic control of nuclear activity in animal development*, Biol. Reviews 43, 233—267, 1968.
- [10] Librera E. — *Effects on gonad differentiation of the removal of vegetal plasm in eggs and embryos of Discoglossus pictus*, Acta Embryol. Morph. exp. 7, 217—233, 1964.
- [11] Mahowald A. P. — *Fine structure of pole cells and polar granules in Drosophila melanogaster*, J. exp. Zool., 151, 201—215, 1962.
- [12] Mahowald A. P. — *Fine structure of polar granules and their continuity during the life cycle of Drosophila*, J. Cell Biol. 27, 61A, 1965.
- [13] Mahowald A. P. — *Polar granules of Drosophila. II. Ultrastructural changes during early embryogenesis*, J. exp. Zool., 167, 237—262, 1968.
- [14] Nussbaum M. — *Zur Differenzierung des Geschlechts im Tierreich*, Arch. mikr. Anat. 18, 1—121, 1880.
- [15] Padoa E. — *Qualche precisazione sulla possibilità di distruggere con l'ultra-*

- violetto il plasma germinale delle uova di *Rana esculenta*, Boll. Soc. ital. Biol. sper. 40, 272—275, 1964.
- [16] Smith L. D. — Transplantation of the nuclei of primordial germ cells into enucleated eggs of *Rana pipiens*, Proc. Natn. Acad. Sci. USA, 54, 101—107, 1965.
- [17] Smith L. D. — The role of a „germinal plasm” in the formation of primordial germ cells in *Rana pipiens*, Devl Biol. 14, 330—347, 1966.
- [18] Spirin A. S. — On „masked forms of messenger RNA in early embryogenesis and in other differentiating systems, Current Topics in Developmental Biology 1, 1—38, 1966.
- [19] Weismann A. — *Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung*, Jena: G. Fischer, 1892.

Jerzy Konorski — *Integracyjna działalność mózgu*, Warszawa, 1969, Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Ukazanie się obszernej monografii Jerzego Konorskiego pt. *Integracyjna działalność mózgu* (PWN, 1969) stanowi wydarzenie o dużym znaczeniu dla nauk biologicznych, medycznych, psychologii i dyscyplin z pogranicza neurofizjologii i techniki (cybernetyka, bionika). Poprzedzone wydaniem angielskim przez University of Chicago Press: *Integrative Activity of the Brain*, 1967, wydanie polskie odznacza się dużą starannością edytorską i ciekawą obwolutą. Szkoda, że ani w przedmowie czy chociażby w notce od redakcji nie poinformowano o dwa lata wcześniej ukazanym się wersji angielskiej. Książka liczy 518 stron, w tym 469 str. tekstu podzielonego na 13 rozdziałów, 18 str. piśmiennictwa, zaś resztę zajmuje obszerny wstęp (8 str.) spis terminów naukowych (7 str.), indeks autorów (5 str.) i spis treści. W odróżnieniu od wydania angielskiego spis piśmiennictwa jest alfabetyczny, ale pozostał rozbity na 13 części umieszczonych po wstępie i pierwszych 12 rozdziałach. Wygodniejsze byłoby skomasowanie całego piśmiennictwa na końcu książki.

Tematem książki jest czynność mózgu jako narządu odpowiedzialnego za zachowanie się, za behavior w najszerszym tego słowa rozumieniu, a więc włączając i myślenie, wyobrażenia, mowę, uczucia a nawet zjawiska patologiczne jak omamy. Czynności mózgu ukazane są dynamicznie, w rozwoju, jako wynik procesów pamięciowych (uczenia się). 40 lat aktywnej pracy w laboratorium odruchów warunkowych, obserwacje kliniczne pacjentów z uszkodzeniami mózgu, introspekcja własnych doznań (!) i piśmiennictwo neurofizjologiczne, odruchowo-warunkowe oraz behaviorystyczne dostarczają materiału faktycznego. Sherringtonowskie koncepcje neurofizjologiczne, pawłowska metodologia badania zachowania się jako zewnętrznego przejawu czynności mózgu, a nade wszystko własne i współpracowników (z reguły uczniów) idee o mechanizmach nerwowych różnych form uczenia się tworzą teoretyczną podstawę monografii. Już tytuł wskazuje niedwuznacznie na źródła inspiracji: *Integrative action of the nervous system* Sherringtona (1906) oraz *Wykłady o czynności mózgu* Pawłowa (1927).

Wyróżnić można w książce następujące działy tematyczne:

1. Ogólna struktura wrodzonych form zachowania się i ich mechanizmy nerwowe. Rozdz. I.
2. Neuronalny mechanizm percepcji i uczenie się percepcyjne. Rozdz. II i III.
3. Tworzenie się asocjacji i warunkowanie klasyczne. Rozdz. IV, V i VI.
4. Przekształcanie odruchów warunkowych i zagadnienie hamowania warunkowego. Rozdz. VII.
5. Warunkowanie sprawcze (instrumentalne). Rozdz. VIII, IX, X, XI.
6. Pamięć przemijająca percepcji i asocjacji. Rozdz. XII.

Pomimo tak rozległego zakresu zagadnień każdy rozdział zadziwia oryginalnością i świeżością spojrzenia. Uderza brak rutyny podręcznikowej i zbędnych informacji, które nie służyłyby zasadniczemu celowi, tj. ukazaniu jak w świetle współczesnej wiedzy o zachowaniu się i zgodnie z prawami neurofizjologii można skonstruować zasady funkcjonowania mózgu. Czytelnik nie znajdzie więc ani polemiki z wielu odrębnymi poglądami, ani analitycznych rozważań nad spornymi kwestiami ani tym bardziej przeglądu piśmiennictwa. Otrzymuje wzamian jasno

wyłożoną hipotetyczną konstrukcję działania mózgu. Hipotetyczną w tym najlepszym znaczeniu, hipotezy roboczej porządkującej już otrzymane fakty i wychodzącej poza nie, narzucając niejako dalszy kierunek i strategię badań. Oczywiście taka odważna próba integracji dwóch dotychczas względnie odizolowanych gałęzi wiedzy — nauki o zachowaniu się (psychologii) i fizjologii układu nerwowego — mogła zostać podjęta tylko przez badacza, który te dziedziny sam aktywnie przez całe życie rozwijał. I co najbardziej różni *Integracyjną działalność mózgu* od wszelkich prób „fizjologizowania” z jakim spotykamy się we wszelkich „psychologiach fizjologicznych” i podobnych im kojarzeniach behawiorystyki z fizjologią to to, że zarówno wiedza o zachowaniu się jak i neurofizjologia reprezentowane są u Konorskiego w najnowocześniejszym, a czasem futurystycznym, jak to ocenili C. Gross, wydaniu. Stąd tyle zaskakujących nowych idei i stąd konieczność nowej terminologii jaką wprowadza Konorski już w pierwszym rozdziale.

Trudno byłoby w tym krótkim omówieniu wspomnieć o wszystkich niezwykłościach teorii Konorskiego, ale spróbujmy zatrzymać się na niektórych ważniejszych ideach.

Stare i zapomniane Sherringtonowskie rozróżnienie reakcji wstępnych (pre-current responses) i spełniających (consummatory responses), rozwinięte później w szkole etologów europejskich, powiązane zostało u Konorskiego z podziałem mózgu na system emocyjny (lub motywacyjny) i gnostyczny. Układ emocyjny składa się z tworu siatkowatego, podwzgórza, niespecyficznych jąder wzgórza i układu rąbkowego (limbic system). Rządzi on procesami, które Konorski nazywa napędami (drives) i towarzyszącymi im subiektywnie emocjami, zaś w behawiorze kontroluje sferę aktywności przygotowawczych czyli napędowych. Układ gnostyczny odpowiada za percepcje i specyficzne reakcje konsumacyjne a morfologicznie należą doń specyficzne drogi aferentne, jądra specyficzne wzgórza zarówno projekcyjne, jak i asocjacyjne oraz nowa kora (neocortex). W rozróżnieniu tym znajdujemy echa odwiecznej dychotomii rozumu i uczuć oraz bardziej już współczesnych poglądów McDougalla, Jamesa, Heada i innych. Zresztą nie jest to podział absolutny. Napędy i emocje mają również swoje zmysłowo-gnostyczne elementy, a z drugiej strony plastyczność układu epikrytyczno-gnostycznego kontrolowana jest przez układ napędowy, wzbudzenie którego jest warunkiem powstawania i utrwalania się asocjacji i odruchów warunkowych. Natomiast zupełnym novum jest koncepcja antynapędów, tj. mechanizmów nerwowych należących do mózgu emocyjnego, lecz mających za zadanie tłumienie napędów. Przy tym nie jest to idea wymyślona dla uzyskania symetrii procesów motywacyjnych ani tym bardziej zapożyczenie z teorii psychoanalizy. Jak wynika z lektury rozdziału I, IX i X, antynapęd jest konstruktem hipotetyczno-fizjologicznym sformułowanym dla potrzeb eksperymentu odruchowo-warunkowego i pozostaje w harmonii zarówno z neurofizjologią gdzie zasada antagonicznych podsystemów zyskała sobie obywatelstwo od czasu gdy Sherrington opisał recyprokalne (wzajemnie się hamujące) ośrodki rdzenia kręgowego, jak i z współczesnymi koncepcjami sieci neuronalnej, dla których ujemne sprzężenia zwrotne są warunkiem stabilności systemu. Po raz pierwszy udało się skonstruować mechanizm, który nie tylko uwzględni całą złożoność motywacyjną behawioru wyższych kręgowców (popęd, nasycenie, przykrość, przyjemność) ale jest przy tym możliwy, jak to wykazały nieopublikowane jeszcze badania Konorskiego i Gawrońskiego nad modelowaniem odruchów warunkowych.

Mechanizm percepcji przedstawiono w zupełnie nowym ujęciu wychodząc z założenia, że odkryta przez Hubela i Wiesela hierarchiczna struktura analizatora wzrokowego obowiązuje we wszystkich modalnościach zmysłowych. Wyróżnia się na każdym piętrze analizatora (tj. układu komórek nerwowych odbiorczych związanych z określonym narządem zmysłowym włącznie z korowymi polami projekcyjnymi,

paraprojekcyjnymi i przyległymi asocjacyjnymi) neurony przekaźnikowe i wyjściowe. Jednostki przekaźnikowe przesyłają informacje do wyższych ośrodków analizatora, natomiast jednostki wyjściowe oddają swoje aksony do innych struktur mózgu i stanowią pierwsze ogniwo łuków odruchowych. Im wyższe piętro analizatora tym bardziej złożona konwergencyjna struktura połączeń z polem przekaźnikowym niższego rzędu i tym bardziej złożone wzorce bodźców są niezbędne aby pobudzić określone neurony percepcyjne. Nie kombinacje i melodie impulsów nerwowych, ale struktura połączeń decyduje o powstaniu neuronów percepcyjnych reagujących (rozpoznających) na pewne standardowe wzorce bodźcowe, a na najwyższym szczeblu analizatora powstają jednostki rozpoznające wzorce indywidualne, np. określone przedmioty, określone twarze ludzkie itp. Taka struktura analizatora tłumaczy lepiej niż jakakolwiek z dotychczasowych teorii percepcji (np. koncepcja ensamblu neuronalnego Hebb'a) tak pozorne sprzeczne zjawiska jak całościowy charakter spostrzeżeń (maksymalnie wyeksponowany w teorii postaci, Gestalt Psychologie), generalizację bodźców, rozróżnianie szczegółów i znane z etologii wrodzone mechanizmy wyzwalające. Jasno w świetle tej koncepcji rysuje się mechanizm uczenia się percepcyjnego czyli tworzenia się pod wpływem doznań zmysłowych połączeń na najwyższych piętrach analizatora, a więc formowanie tych jednostek gnostycznych, które nadają indywidualne piętno spostrzeżeniom i doznaniom zmysłowym każdego osobnika zależnie od jego osobniczej historii, zwłaszcza w najwcześniejszym okresie życia.

Pawłowowskie odruchy warunkowe zaliczono do szerszego działu asocjacji. Uderzającą zmianą w stosunku do ortodoksyjnej teorii Pawłowa i nawet poprzedniej monografii Konorskiego z 1948 r. (*Conditioned reflexes and neuron organization*) jest odrzucenie hamowania warunkowego (wewnętrznego) jako tłumaczenia wygasania i przekształcania odruchów warunkowych. Zamiast tego znajdujemy konsekwentne zastosowanie zasady recyprokalnych stosunków i to na całej długości łuków odruchowych, od receptorów, które sygnalizują obecność lub brak bodźca, poprzez recyprokalnie hamujące się ośrodki „bodźca” i „niebodźca” aż do bardziej złożonych stosunków między ośrodkami napędowymi i konsumacyjnymi gdzie proste hamowanie wzajemne zastępują bardziej skomplikowane sprzężenia zwrotne.

Najszerzej oczywiście potraktowano warunkowe odruchy instrumentalne odkryte w 1928 r. przez Konorskiego i Millera jeszcze przed nawiązaniem kontaktów z Pawłowem i wyjazdem do Leningradu. Trudno w recenzji oddać sprawiedliwość całemu bogactwu przedstawionych faktów i teorii. Wystarczy wspomnieć, że ten dział przedstawiono historycznie zaczynając od pierwszych faktów i hipotez 1928 r. i kończąc na bieżących modelach stosunków międzyośrodkowych uwzględniających napędowo-konsumacyjny podział mechanizmów odruchowych oraz odrzucenie hipotezy o hamowaniu wewnętrznym. Niezwykle interesujące jest ujęcie problemu nagrody i kary (wzmocnienia instrumentalnego), które odbiega zarówno od tradycyjnego Hullowskiego zmniejszania popędu (*reduction of drive*), jak i różnych wersji hedonistycznych. Centralną rolę grają tu antynapędy i zasada ostatniej reakcji (*Guthrie?*).

Na koniec warto zwrócić uwagę na oryginalne ujęcie zjawisk pamięci dynamicznej, krótkotrwalej. W odróżnieniu od poglądów podręcznikowych pamięć dynamiczna w ujęciu Konorskiego nie jest tylko (o ile jest w ogóle!) fazą wstępną w utrwalaniu się pamięci trwałej, lecz posiada odrębny mechanizm i odrębną rolę. Omówione zostały dwa aspekty tej pamięci, retrospektywny, przeciwdziałający tendencji do powtarzania tych samych czynności oraz prospektywny, umożliwiający działanie według jakiegoś planu.

Pomimo całego bogactwa idei i hipotez, często niezbyt jasno wyodrębnionych od materiału faktycznego, uderza ostrożność i precyzja w ich formułowaniu. Nie

ma hipotez nieuzasadnionych eksperymentalnie ani idei tak sformułowanych, że nie narzucałoby się ich dalsze doświadczalne sprawdzanie. Autor, choć nie gardzi obserwacjami pozalaboratoryjnymi (obserwacje z życia, introspekcja, dane anegdotyczne) jest przede wszystkim eksperymentatorem i teoretyzuje pragmatycznie — w celu uporządkowania wiedzy i nakreślenia strategii dalszych badań.

Porównując *Integracyjną działalność mózgu* z innymi współczesnymi opracowaniami neurofizjologicznymi (o psychofizjologicznych mówiliśmy wyżej) trudno nie zauważyć dwóch istotnych luk: elektrycznej aktywności mózgu i biochemicznych badań nad pamięcią. Przez ostatnie półwiecze nadzieje na poznanie mózgu wiązano z elektrofizjologią i każde dzieło o fizjologii mózgu z konieczności opierało się na całym dorobku elektrofizjologii i elektroencefalografii. Era komputerów nawet wzmogła zainteresowania elektrycznymi przejawami czynności mózgu gdyż umożliwiła szybką matematyczną obróbkę otrzymywanych danych. Pojawiły się matematyczne i statystyczne teorie i modele uczenia się i pamięci. Z drugiej strony postępy biochemii i biologii molekularnej zwróciły uwagę na niezwykle zasoby informacyjne makrocząsteczek. Zaczęto już rozważać możliwość zapisu pamięciowego na nici kwasu nukleinowego. Jednak nic z tych nowinek nie znajdziemy u Konorskiego. W swoich koncepcjach stoi on na twardym gruncie tradycyjnego „koneksjonizmu”. Mózg jest żywym komputerem, gigantyczną siecią złożoną z miliardów neuronów, ale przekazywanie informacji w tej sieci odbywa się na zasadzie adresowej. Treść wiadomości przesyłanej wyznaczona jest nie melodią impulsów, lecz adresem komórki nadawczej i odbiorczej. Ogranicza to znacznie ilość zasad, na których opiera się mechanizm mózgu. Hipotezy Konorskiego mają charakter strukturalny i dotyczą konstrukcji prostych układów sieciowych złożonych z pobudzeniowych i hamulcowych neuronów. Ale czy przejrzystość i prostota koncepcji nie okupione zostały zbyt dużym uproszczeniem? A może pamięć o tylu innych rewelacyjnych swego czasu pomysłach (interferencyjna teoria hamowania, elektryczne przekąźnictwo synaptyczne, pasma tłumiące kory), które zrobiły krótkotrwałą karierę zanim wykazano ich zupełną fałszywość, może właśnie z takich doświadczeń płynąca ostrożność pozwoliły uczonemu pominąć milczeniem zagadnienia kontrowersyjne, których sam bezpośrednio nie badał. Nie umniejsza to zresztą znaczenia książki, której nie powinien pominąć w swej lekturze żaden neurofizjolog i psycholog, a której rzeczywiste znaczenie dla nauki najtrafniej oceni dalszy rozwój fizjologii mózgu.

S. Stefan Soltysik

LITERATURA

- [1] Konorski J. — *Integrative Activity of the Brain. An interdisciplinary approach*, Chicago London, The University of Chicago Press. 1967. XII 531.
- [2] Konorski J. — *Conditioned Reflexes and Neuron Organization*, Cambridge Univ. Press II wyd. New York, London 1968. Hafner Publishing Co.
- [3] Miller S., Konorski J. — *Sur une forme particulière des réflexes conditionnels*, C. r. Séanc. Soc. Biol. 1928, 99, s. 1155.
- [4] Hull C. L. — *Principles of Behavior*, New York-London 1943. Appleton Century.
- [5] Pawłow I. P. — *Wykłady o czynności mózgu*, Warszawa 1951. PZWL.
- [6] Sherrington C. S. — *The Integrative Action of the Nervous System*, (2nd. ed.), Cambridge 1947. Cambridge Univ. Press.

D. E. Grodzieński: *Radiobiologia*. Tłumaczył z oryginału rosyjskiego Olgierd Rosiek, Warszawa 1969, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, stron 316, 60 rysunków, 12 tabel. Tłumaczenia dokonano z III wydania rosyjskiego.

Książka ukazała się w serii: „Podstawy biologii współczesnej”. Autor na prośbę wydawnictwa polskiego zmienił i rozszerzył ostatni rozdział oryginału rosyjskiego zatytułowany *Radiobiologia a Kosmos*. Opracowanie to pochodzi z roku 1967.

Piśmiennictwo zamieszczone na końcu książki obejmuje 32 pozycje. Osiem pozycji pochodzi z piśmiennictwa angielskiego i po jednej pozycji reprezentowane są piśmiennictwo niemieckie i polskie (jest to praca M. Kopeć i Z. Latało: *Atom leczy* z 1957 r.). Najnowsze piśmiennictwo uwzględnione w pracy pochodzi z 1965 r., są to cztery prace: dwie autorów rosyjskich, jedna angielska, jedna niemiecka. Sześć cytowanych prac pochodzi z 1963 r., a trzy z 1964 r. W wykazie literatury znajduje się również jedna praca D. Grodzieńskiego: *Izotopy w medycynie* (Gosatomizdat, Moskwa).

Autor traktuje swoją pracę jako „wstępne zaznajomienie” z współczesnym stanem radiobiologii, którą interesują się coraz szersze kręgi badaczy, i stwierdza, że „biologia zajmuje naczelne miejsce wśród burzliwie rozwijających się nauk przyrodniczych”, a „osiągnięcia biologii i dalsze perspektywy jej rozwoju wzbudzają dziś tak wielkie zainteresowanie, jak sukcesy fizyki atomowej w pierwszych latach po drugiej wojnie światowej”.

Pierwszy rozdział poświęcony jest promieniowaniu jonizującemu. Autor omawia w nim rodzaje promieniowania i zjawisko jonizacji, następnie rozkład przestrzenny jonów. Wyjaśnia, że działanie biologiczne promieniowania zależy od ilości energii pochłoniętej przez tkankę i przedstawia pojęcie dawek promieniowania i jednostek tych dawek (rad, rentgen [R], kiur [Ci]). Następnie omawia zjawisko niejednakowego działania takich samych dawek promieniowania różnych rodzajów promieniowania, co powoduje konieczność wprowadzenia współczynnika względnej skuteczności biologicznej. Dawkę uwzględniającą ten współczynnik nazywamy — rem.

Drugi rozdział poświęcony jest omówieniu chemicznych skutków promieniowania. Ponieważ woda jest głównym składnikiem organizmów żywych autor na wstępie omawia chemię radiacyjną wody i stwierdza, że tworzenie się wolnych rodników jest fizykochemicznym etapem działania promieniowania jonizującego na środowisko. W następnym etapie, etapie chemicznym, wolne rodniki reagują z substancjami rozpuszczonymi w wodzie. Następnie autor omawia wyniki napromieniania substancji pochodzenia biologicznego znajdujących się poza organizmem (in vitro): aminokwasy, proste i złożone białka, kwasy nukleinowe, enzymy i wirusy. Wyniki doświadczeń z napromienianiem in vitro tych substancji przyczyniają się do poznania istoty zaburzeń procesów biochemicznych w organizmie. Dalej omawia autor bezpośrednie i pośrednie działanie promieniowania jonizującego, podkreślając, że istnieje możliwość jonizacji bezpośrednio w napromienianym białku, enzymie, kwasie nukleinowym lub innym związku. Już swego czasu idea o bezpośrednim działaniu promieniowania stała się podstawą ogólnej teorii biologicznego działania promieniowania — teorii „trafienia”, teorii „tarczy”, która jednak według autora ma tylko ograniczony zakres zastosowania. Jednak za tryumf teorii tarczy można by, zdaniem autora, uznać to, że oznaczone przy pomocy promieniowania jonizującego wymiary niektórych prostych wirusów okazały się zgodne z pomiarami w mikroskopie elektronowym. Ale teoria tarczy w swej klasycznej postaci nie może służyć do wyjaśnienia działania promieniowania na złożone obiekty biologiczne. Do odrzucenia teorii tarczy przyczyniło się również odkrycie bardzo ważnej prawidłowości w radiobiologii — tzw. efektu tlenowego, bo od zawartości tlenu i jego stężenia zależy wrażliwość obiektów biologicznych na promieniowanie. Efekt tlenowy, odkryty

w latach trzydziestych, pozostaje do dziś w centrum zainteresowania radiobiologów, m.in. ponieważ dąży się do wykorzystania go w poszukiwaniu środków chroniących przed działaniem promieniowania i w radioterapii.

Następny trzeci rozdział, poświęcony jest omówieniu wpływu promieniowania na komórkę, wpływu promieniowania na podział komórkowy, na chromosomy. Autor omawia rolę jądra i cytoplazmy i stwierdza, że komórka reaguje na promieniowanie jako jedna całość, jednak nie poznaliśmy jeszcze do końca zaburzeń w przemianie materii w obrębie komórki, chociaż wiemy, że u podstaw tych zaburzeń leżą zmiany właściwości licznych membran w komórkach i uwolnienie enzymów, które poprzednio były odizolowane od pewnych substratów właśnie przez te membrany.

W czwartym rozdziale omawia autor wpływ promieniowania na organizmy. Wpływ ten nie jest wypadkową działania na poszczególne komórki. Istnieje zastanawiająco szeroki wachlarz wrażliwości różnych gatunków na promieniowanie. Dotyczy to zarówno flory, jak fauny. Można by przypuszczać, że zależy to od intensywności przemiany materii, jednak poziom przemiany materii u myszy, szczurów i ptaków jest znacznie wyższy niż u ludzi, a promienioczułość ludzi jest większa niż tych zwierząt. Autor stwierdza, że najprawdopodobniej istnieje wiele przyczyn różnicowania wrażliwości na promienie. W rozdziale tym autor omawia zależność promienioczułości od warunków napromienienia, omawia efekty napromienienia całego organizmu i efekty ograniczenia pola napromienienia, efekty napromienienia jednorazowego i efekty frakcjonowania dawki. Następnie autor przechodzi do omówienia „naturalnego tła promieniowania” i przypomina na wstępie, że w warunkach naturalnych wszystko co żyje na Ziemi, zawsze podlegało działaniu promieniowania jonizującego. Autor omawia promieniowanie ze źródeł zewnętrznych (tło naturalne) — promieniowanie kosmiczne i promieniowanie pierwiastków promieniotwórczych zawartych w ziemi i w powietrzu, i promieniowanie ze źródeł wewnątrz organizmu się znajdujących, a więc pierwiastków z rodziny radu i toru oraz promieniotwórczego węgla i promieniotwórczego potasu. Człowiek w warunkach normalnych otrzymuje przeciętnie dawkę roczną w wysokości 0,1 rema. Przyczynami przekroczenia naturalnego tła promieniowania są opady radioaktywne, pochodzące z próbnych wybuchów jądrowych oraz badania rentgenowskie. Średnia roczna dawka promieniowania, którą ludzie otrzymują w czasie badań rentgenowskich waha się w granicach 22—180% wartości tła naturalnego, zależnie od kraju. Ponieważ działanie promieniowania jonizującego na organizm jest w zasadzie zawsze szkodliwe, postępowi uczeni walczą o całkowite zaprzestanie próbnych wybuchów jądrowych, a radiologom zaleca się ograniczenie badań tylko do tych przypadków, kiedy korzyść płynąca z badania jest większa od szkody, jaką może wyrządzić napromienienie w czasie badania. Następnie autor omawia problem przewlekłego działania na organizm małych dawek promieniowania, jednak przyznaje, że przy pomocy stojących do naszej dyspozycji metod nie możemy dziś jeszcze ustalić jaki wpływ wywierają małe dawki na człowieka dorosłego, nie negując genetycznych skutków nawet małych dawek. Skutki małych dawek pozostają utajone i często są one prawdopodobnie usuwane przez mechanizmy odnowy działające w organizmie. Inaczej przedstawia się sprawa z działaniem dawek średnich i dużych. Sprawdzenie działania tych dawek przeprowadza się w eksperymencie na zwierzętach: myszach, szczurach, psach i małpach. Ale i u człowieka zaobserwowano uszkodzenia popromienne po dawkach od 400 do 1000 R. Uszkodzenia te mogą się przejawiać w postaci ostrej choroby popromiennej, którą zaobserwowano w czasie wypadków w zakładach atomowych, ponadto u ludzi, których napromieniano w celu obniżenia, względnie zniesienia mechanizmów obrony immunologicznej, w niektórych przypadkach nawet dawką jednorazową dochodzącą do 800 R, dla ułatwienia przeszczepiania narządów z in-

nego człowieka. Autor opisuje objawy ostrej choroby popromiennej u człowieka na podstawie tych obserwacji. W chorobie tej uszkodzone są wszystkie tkanki i narządy, a ustrój jest wobec zakażeń zupełnie bezbronny. Następnie autor opisuje objawy przewlekłej choroby popromiennej, oparzenia popromiennego i łaźny popromiennej. Autor następnie przechodzi do omawiania fizjologicznych mechanizmów oddziaływania promieniowania na zwierzęta i po stwierdzeniu, że napromienienie zwierzęcia lub człowieka powoduje naruszenie wszystkich układów i tkanek organizmu, przedstawia działanie promieniowania jonizującego na układ nerwowy. W tej dziedzinie na podstawie badań przeprowadzonych w Związku Radzieckim nastąpił przełom w poglądach na rolę układu nerwowego w powstawaniu uszkodzenia popromiennego w 1958 r., kiedy to badacze radzieccy na drugiej konferencji w sprawie Pokojowego Wykorzystania Energii Atomowej w Genewie przedstawili wyniki badań wykonanych w ZSRR. Według A. Lebedinskiego (jego prace znajdują się w wykazie literatury przedstawionym w książce) najbardziej wrażliwym miejscem układu nerwowego są synapsy. Autor zwraca poza tym uwagę, że promieniowanie jonizujące ma również wielki wpływ na gruczoły wewnętrznego wydzielania i przytacza własne badania przede wszystkim układu przysadka-nadnercza. Z kolei dość dużo miejsca autor poświęca zaburzeniom procesów przemiany materii powstającym pod wpływem promieniowania jonizującego. Zaburzenia te są wstępem do pojawienia się objawów choroby popromiennej, występują w przemianie kwasów nukleinowych, przy czym zaburzenia przemiany DNA należą do najwcześniejszych, w przemianie białek (w laboratorium autora badano syntezę białek o właściwościach hormonów w gruczołach wewnętrznego wydzielania), w przemianie tłuszczów i związków tłuszczopodobnych, w przemianie mineralnej, pojawia się glikoliza, następuje zaburzenie fosforylacji oksydacyjnej. Na zakończenie autor stwierdza, że wyniki dotychczasowych badań zaburzeń procesów biochemicznych są niestety jeszcze skromne, a mogłyby odegrać poważną rolę w wykryciu wczesnych okresów uszkodzenia popromiennego. Następnie omówione są wpływy promieniowania jonizującego na zjawiska odporności, które ulegają, jak wiadomo, osłabieniu. Rodzi się nowa dyscyplina naukowa — immunologia radiacyjna. Napromienianie powoduje uszkodzenie ściany jelit, zniszczenie tkanki limfatycznej, krwinek białych i ułatwia przechodzenie bakterii do krwi. Pod wpływem napromienienia zmniejsza się zawartość properdyny we krwi, następuje zahamowanie wytwarzania przeciwciał, zmniejszenie odporności wrodzonej. Ale autor stawia pytanie: czy działanie promieniowania jonizującego jest zawsze szkodliwe? Czy w niektórych przypadkach promieniowanie nie stymuluje pewnych procesów życiowych? Pomimo wielu przeprowadzonych badań dotąd zagadnienie radiostymulacji pozostaje nie rozstrzygnięte, chociaż większość autorów wyraża pogląd, że niewielkie dawki mogą stymulować procesy życiowe u roślin. Być może, uważa autor, że zjawisko radiostymulacji jest wynikiem żywo przebiegających procesów odbudowy, które przerastają zniszczenia spowodowane działaniem promieniowania. Jeszcze druga sprawa jest interesująca i ważna. Wiadomo, że organizmy ludzi i zwierząt mogą przystosowywać się do zmieniających się warunków środowiska zewnętrznego, czy wobec tego mogą adaptować się również do działania promieniowania? Autor odpowiada na to pytanie negatywnie i stwierdza, że nie ma dowodów świadczących o takiej możliwości dla ludzi i zwierząt. Jednak u drobnoustrojów zapewne istnieje, jak na to wskazują pewne, podane przez autora obserwacje albo radioadaptacja, albo radioselekcja. Z kolei autor omawia wpływ promieniowania jonizującego na powstawanie nowotworów i białaczki. Aktualny jest problem rakotwórczego działania promieniowania jonizującego, nasuwający cały szereg pytań, dotyczących mechanizmu rakotwórczego działania. Istnieje szczególna podatność na rozwój nowotworów u dzieci po napromienianiu. Jednak dotąd w badaniach radiobiologicznych nie uzyskano jed-

noznacznych odpowiedzi na pytanie w jaki sposób normalna komórka pod wpływem promieniowania przekształca się w komórkę nowotworową. Nie wiadomo również czy istnieje dawka progowa działania rakotwórczego. Wpływ promieniowania na gruczoły płciowe jest znaczny, gruczoły te, jak od dawna wiadomo, są bardzo promienioczułe. Bardzo szybko następuje u mężczyzn bezpłodność, a istnieją podstawy, aby sądzić, że jajnik jest bardziej promienioczuły niż jądro. Wpływ promieniowania na zarodek i płód: najbardziej promienioczułym jest stadium zagnieżdżenia się komórki jajowej w macicy; jesteśmy pewni, że napromienienie ciężarnej kobiety może spowodować śmierć płodu lub noworodka, albo też doprowadzić do urodzenia się dziecka z wadami fizycznymi i psychicznymi. Autor podkreśla, że istnieją substancje chemiczne, które mają takie samo działanie jak promieniowanie jonizujące, substancje te nazywamy radiomimetycznymi. Należy do nich m. in. iperyt azotowy.

Rozdział V poświęcony jest ochronie chemicznej przed działaniem promieniowania i procesom regeneracji uszkodzeń popromiennych. W rozdziale tym autor szczegółowo omawia możliwości zapobiegania uszkodzeniom popromiennym, jak wykorzystanie efektu tlenowego, ochronne działanie adrenaliny, histaminy i serotoniny oraz związków zawierających siarkę, jak m. in. cysteiny, cysteaminy, AET i powstający z AET w organizmie MEG (merkaptotoetyloguanidyna). Autor cytuje stosunkowo szeroko prace badacza belgijskiego Bacqa i współpracowników nad cysteaminą, która zwiększa w przybliżeniu dwukrotnie oporność na napromienianie minimalną dawką śmiertelną. Autor pisze: „Ustalenie faktu zwiększenia oporności na promieniowanie dzięki wprowadzeniu środków chemicznych przekonało tych sceptyków, którzy wątpili w możliwość zmiany przebiegu procesów zapoczątkowanych w organizmie przez pochłonięcie energii śmiertelnej dawki promieniowania jonizującego”. Prowadzone badania wykazały, że w okresie między pochłonięciem energii promieni rentgenowskich lub gamma, a wystąpieniem uszkodzeń, przebiegają procesy biochemiczne, na które można oddziaływać w celu przywrócenia ich prawidłowego przebiegu. Sprawa regeneracji uszkodzeń popromiennych na razie jeszcze nie wyszła poza wyjątkowe doświadczenie kliniczne zebrane w 1958 r. w czasie leczenia przeszczepianiem szpiku ciężko uszkodzonych naukowców jugosłowiańskich we Francji, ale perspektywy regeneracji uszkodzeń popromiennych widzi się w fakcie, że napromieniony organizm na pewien okres traci zdolność produkcji ciał odpornościowych przeciw obcogatunkowym białkom, dzięki czemu jest możliwe przyjmowanie się w nim obcych komórek.

W następnym (VI) rozdziale omawia autor dziedziczne skutki promieniowania jonizującego, które wywołuje mutacje u wszystkich organizmów żywych. Autor szczegółowo przedstawia powstawanie mutacji na podstawie osiągnięć biologii molekularnej, która wyjaśnia zapis i odtwarzanie informacji genetycznej. Autor omawia możliwość powstawania mutacji somatycznych i mutacji genetycznych. Jest prawdopodobne, że dla działania mutagennego nie istnieje dawka progowa, a częstota występowania mutacji jest wprost proporcjonalna do dawki promieniowania. Zwiększenie częstości mutacji u człowieka może spowodować zwiększenie częstości występowania chorób dziedzicznych. Autor podkreśla, że we współczesnych warunkach życia człowieka powstawanie nowych mutacji jest oczywiście zjawiskiem nie pożądanym, chociaż jedynie niewielka ich część ujawnia się w następnych pokoleniach w postaci wyraźnych i często ciężkich odchyśleń od stanu prawidłowego. Autor wskazuje na możliwość wykorzystania genetycznych skutków promieniowania dla dobra człowieka, mianowicie na uzyskiwanie wydajnych mutantów pleśni i bakterii, zwiększających produkcję antybiotyków i aminokwasów, na uzyskiwanie ulepszonych odmian roślin metodą radiacyjnej selekcji. Wytworzyła się nowa dyscyplina naukowa: genetyka radiacyjna.

Ostatni rozdział zatytułowany jest „Radiologia a Kosmos”. Autor przedstawia w nim problematykę jaką niosą ze sobą wyprawy człowieka w Kosmos. Omawia trzy źródła zagrożenia radiacyjnego: promieniowanie galaktyczne, pasy radiacyjne wokół Ziemi, promieniowanie kosmiczne Słońca powstające w wyniku wybuchów na Słońcu. Autor stwierdza, że gdyby nawet fizycy dokładnie ustalili dawkę promieniowania w Kosmosie, to radiobiolog miałby wiele trudności z ustaleniem przewidywanych skutków biologicznych. To też, zdaniem autora, bariera radiacyjna może być poważną przeszkodą w dalekich i długotrwałych podróżach człowieka w Kosmos. Jednak można się liczyć z tym, że bariera ta zostanie ostatecznie pokonana.

Na zakończenie autor podkreśla, że radiobiologia jest nauką młodą, rozwijającą się, i że musimy się liczyć z tym, że nowe fakty wyjaśnią to czego jeszcze nie rozumiemy dokładnie dzisiaj i że nawet obalą pewne „prawdy”, które jeszcze wczoraj wydawały się bezsporne.

Ze swej strony mogę tylko gorąco zalecać zapoznanie się z książką D. E. Grodzkiego, który w sposób jasny i przejrzysty zdołał w swojej pracy przedstawić tak obfity materiał z dziedziny radiobiologii. Tłumaczenie jest bez zarzutu.

Ksawery Rowiński

Krótki przegląd niektórych pozycji biblioteki „Kosmos-Studienbücher” (Kosmos-Verlag Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart).

Biologia nie jest już tą samą nauką, jaką była przed 50, przed 25, lub nawet przed 10-latami.

Wspomagana różnymi nowymi przyrządami, doświadczeniami, metodami kroczy daleko naprzód milowymi krokami. Masowe odkrycia i wynalazki ogromnie przyczyniają się do zmiany profilu biologii. Najnowsze eksperymenty i pogłębiająca się wiedza zmuszają nas do konfrontacji z dotychczasowymi poglądami, rzutują na ich zmianę i formują nowe ustawienia pojęć i poglądów. Stąd konieczność i zapotrzebowanie na ciągłe informacje, dotyczące najnowszych osiągnięć nauk biologicznych. Wydawnictwo „Kosmos-Studienbücher” postawiło sobie za zadanie opracowanie przez różnych specjalistów nowoczesnych zagadnień z licznych dziedzin biologicznych, aby tym samym umożliwić tak nauczającym, jak i uczącym się „utrzymywać rękę na pulsie”, orientowanie się w tym, co się dzieje na bieżąco w różnych sektorach olbrzymiej kuźni wiedzy przyrodniczej.

Tak książka Vincenta Dethiera i Eliota Stellara pt. *Das Verhalten der Tiere* zapoznaje nas z zachowaniem się zwierząt, ich refleksjami i instynktami, życiem gromadnym i stosunkami społecznymi. Arthur W. Galston w *Physiologie der grünen Pflanze* omawia procesy fizjologiczne zachodzące w zielonych roślinach, fotosyntezę i przemianę mineralną, wzrost i rozwój, różnicowanie się tkanek, rytmikę okresową, a wszystko oparte na nowoczesnych osiągnięciach nauki. Analogiczna praca Knuta Schmidta-Nielsena *Physiologie der Tiere* przedstawia najnowocześniejsze poglądy badawcze na przemianę materii, fizjologię odżywiania, fizjologię ruchu, system nerwowy i układ hormonalny u zwierząt. William D. McElroy w *Physiologie und Biochemie der Zelle* opracował fizjologię i biochemię komórki, jej skład chemiczny, odżywianie, oddychanie, chemię białek, chemię enzymów, molekularną genetykę, zgodnie z najnowszymi zdobyczami wiedzy. Carl P. Swanson w pracy *Die Zelle* uwzględnił komórkę jako podstawę wszelkiego życia, podał jej budowę, podział, wzrost i rozwój oraz obumieranie. Wreszcie w przetłumaczonej z angielskiego pracy Harolda C. Bolda pt. *Das System der Pflanzen* znajdujemy ogólne dane odnoszące się do układu systemu roślinnego.

Wydawnictwo „Kosmos-Studienbücher” pozostaje pod patronatem Towarzystwa

Przyrodników Kosmos, odpowiednika Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika.

Prace wydawane przez „Kosmos-Studienbücher” przeznaczone zostały dla studentów, nauczycieli i biologów, którzy pragną uzupełnić swoją wiedzę i śledzić postępy nauk biologicznych.

Jakub Mowszowicz

Przegląd biblioteczki „Neumann Verlag” (NRD, Radebeul 1, Dr. Schminke-Allee 19, druk w Lipsku)

Poszczególne tomiki przyrodniczej biblioteczki „Neumann Verlag” przeznaczone są dla miłośników przyrody zarówno dla tych, którzy ją znają i są z nią sprzymierzeni, jak również dla nowicjuszy, którzy chcą zbliżyć się do przyrody, poznać jej tajniki i zawrzeć z nią znajomość, aby z czasem stać się jej przyjaciółmi i obrońcami.

Przypuszczam, że wyliczenie tytułów poszczególnych tomików, zapozna z tematyką tego pożytecznego i wartościowego wydawnictwa. *Buch der Moose* — książka poświęcona mszakom, pióra Herberta Weymara, licząca 308 stron druku, zawiera 200 rycin pospolitych wątrobowców i mchów. Wspomniany autor włożył wiele trudu, aby zbliżyć świat mszaków do miłośników przyrody i ułatwić ich rozpoznanie. Inny tomik pt. *Buch der Farne*, obejmuje paprotniki, w tym skrzypy, widłaki i paprocie, opisane na 136 stronicach przez tegoż Herberta Weymara. W staranne opracowanych opisach środkowoeuropejskich paprotników, rozpoznajemy nasze krajowe gatunki, z podaniem ich właściwości leczniczych i ekologicznych. *Buch der Schmetterlings Blüten* — odnosi się do roślin motylkowych, odgrywających ogromną rolę w naszym odżywianiu, a także wzbogacających glebę w azot. Tenże autor Herbert Weymar z dużym zapałem opracował powyższą rodzinę. *Buch der Doldengewächse* wyżej wspomnianego autora podaje opisy roślin baldaszkowatych, zarówno tak dziko rosnących, jak i uprawianych. Staranne czarno-białe rysunki baldaszkowatych, po mistrzowsku wykonane przez artystę malarza Kurta Schulzego znacznie ułatwiają rozpoznawanie tych zbliżonych do siebie pod względem morfologicznym gatunków. *Buch der Lippenblütler* opisuje na 160 str. rośliny wargowe, opracowane przez H. Weymarta. Książka zawiera liczne dane o roślinach wargowych, ich właściwościach leczniczych i olejkodajnych. Tegoż autora jest praca *Buch der Korbblütler*, gdzie na 296 stronicach druku wymienione zostały setki gatunków roślin spośród rodziny złożonych zarówno dziko rosnących, jak i pozostających w uprawie. Oryginalny układ tablic i odpowiednie ryciny ułatwiają oznaczanie opisanych gatunków. *Buch der Gräser*, jest to przegląd traw, tak pożytecznych dla gospodarki rolnej gatunków, podający na 348 stronicach i ponad 200 rysunkach, niezbędne dane o tych jednoliściennych roślinach. Jeden z tomików zatytułowany został: *...die schönsten aber sind Orchideen*, jednak do najpiękniejszych należą storczyki, jak to podkreśla Walter Richter. Autor opisuje jak te rośliny rosną, kiełkują, kwitną i owocują. Wszystko to zostało zilustrowane na 64 barwnych tablicach. Czytelnik dowiaduje się o ojczyźnie poszczególnych storczyków i o tym, jak niektóre z egzotycznych gatunków zostały wprowadzone do cieplarni, oranżerii, gdzie pod pilnym okiem hodowców dostarczają tyle piękna, wzruszeń i przeżyć mieszkańcom stref umiarkowanych. Hodowcy kaktusów znajdą w tomiku *Das praktische Kakteenkunde* 700 rysunków i 200 barwnych fotografii, pielęgnowanych przez siebie roślin. Oprócz kaktusów opisane zostały inne sukulenty roślinne, odznaczające się piękną formą kształtów i kolorów. Dokładne wskazówki, odnoszące się do hodowli tych egzotów, ich pielęgnowanie i rozmnażanie, wzbogacają treść powyższego tomiku. Rośliny

łąkowe i paszowe zostały opisane w bogato ilustrowanej książce pt. *Wiesen und Weidepflanzen*, gdzie ponad 400 stronic druku zajmują ich dokładne charakterystyki podkreślone 200 ilustracjami. Roślinom ozdobnym i rzadkim poświęcono osobny tomik, który zatytułowano *Schöne und seltene Pflanzen*. Autor Walter Richter, podaje również przegląd gatunków rzadkich nieznanych w hodowlach doniczkowych. Doświadczenia prawie 50-letniej swojej pracy ogrodniczej przedstawił Franz Böhmig w pracy zatytułowanej *Schnittblumen*. Rośliny do bukietów, wiązanek i dekoracji znalazły w tym poważnym dziele specjalne opracowanie na 768 stronach druku. Zbliżoną tematykę przedstawia opracowanie Christiana Grunerta *Gartenblumen von A bis Z*. Celem udostępnienia tej pozycji szerszemu ogółowi piękną szatę graficzną opracował Kurt Schulze. Piękne barwne fotosy w liczbie 290 dostarczają czytelnikowi wiele estetycznych wrażeń. Z pomocą każdemu miłośnikowi ogrodnikowi przychodzi też tomik — poradnik *Rat für jeden Gartentag*, w którym autor Franz Böhmig dzieli się ze swoimi wieloletnimi doświadczeniami i spostrzeżeniami. Tematyka powyższego opracowania uwzględnia również warunki glebowe, klimatyczne, sposoby uprawy i nawożenia różnych roślin warzywnych, owocowych, dekoracyjnych i pokojowych. Podaje także środki zwalczające szkodniki i choroby roślin. Uzupełnienie całości stanowią: 160 barwnych i 300 czarno-białych fotografii, jak również 1600 rysunków Hansa Preusse'a. Rośliny hodowane w akwariach mają specjalny tomik *Aquarienpraxis kurz gefasst*, jest to praktyczny przewodnik traktujący, jak należy urządzać akwarium i prowadzić w nim odpowiednie hodowle.

Świat zwierząt został przedstawiony w kilku specjalnych wydawnictwach. *Lurche und Kriechtiere* — płazy i gady zostały scharakteryzowane na 220 stronicach tekstu i zobrazowane na 400 rysunkach, 655 czarno-białych i 90 barwnych fotografiach. Również ptaki znalazły osobne opracowanie zatytułowane *Die Vögel in Haus, Hof und Garten*, w którym ornitolog dr Makatsch przedstawił ptaki wędrujące i zimujące. Przyroda skalna znalazła odzwierciedlenie w tomiku Karola Foerstera *Der Steingarten*, gdzie 340 ilustracji, w tym 140 barwnych, mówią o dziwach roślinnych istot, przebywających wśród zimnych skał i głazów.

Wymienione tomiki biblioteczki *Neumann Verlag*, znajdujące się w krajowej sprzedaży, mogą być pomocne każdemu biologowi, botanikowi, zoologowi, ogrodnikowi, hodowcy kwiatów i miłośnikowi przyrody. Wyróżniają się piękną szatą zewnętrzną, bogatą treścią, estetycznym wyglądem i starannymi wnikliwymi specjalistycznymi opracowaniami oraz pięknymi barwnymi ilustracjami i dokładnymi rysunkami.

Jakub Mowszowicz

Przegląd biblioteczki „Die Neue Brehm-Bücherei”, Seria „Die Orchideen Deutschlands”, A. Ziemsen Verlag Wittenberg Lutherstadt, 1955—1969, Karl Marks-Werk Pösznek (NRD).

W ramach biblioteczki *Die Neue Brehm-Bücherei* ukazuje się od 1955 r. specjalna seria poświęcona storczykom występującym w Niemczech *Die Orchideen Deutschlands*. W Polsce, zajmującej środkową Europę, rosną liczne storczyki, wymieniane w powyższym wydawnictwie.

Wyszczególnienie poszczególnych tomików podano w porządku chronologicznym ich ukazywania się. Pierwszy tomik z tej serii, ukazał się w 1955 r. Zawiera opracowanie rodzajów: obuwik — *Cypripedium* i ozorek — *Coeloglossum*. Następne dwa, które ukazały się dopiero w 1962 r., opisywały rodzaje: storczyk — *Orchis* oraz tajeża — *Goodyera* i kręczyńka — *Spiranthes*. W roku 1964 wyszedł tomik 4 z rodzajami: kruszczyk — *Epipactis* i buławnik — *Cephalanthera*. W dwa lata później,

tj. w 1966 r., ukazał się tomik uwzględniający rodzaje: wiatlik — *Malaxis*, lipienik — *Liparis*. W następnym 1967 r. ukazały się opracowania rodzajów: storzan — *Epipogium*, gnieźnik — *Neottia* i żłobik — *Corallorhiza*. Zaś w roku bieżącym tomi-ki 7 i 8, w jednym znajdował się dwulistnik — *Ophrys*, zaś w ostatnim znalazły się rodzaje: podkolan — *Platanthera*, gółka — *Gymnadenia* i gołek — *Leucorchis*.

Wszystkie te tomiki, poświęcone różnym rodzajom storczyków, zostały starannie opracowane, zawierają dokładne charakterystyki botaniczne, wyliczenie poszczególnych gatunków, ich rozmieszczenie i siedliska. Poszczególne gatunki mają szczegółowe opisy części podziemnych, pędów, kwiatostanów, kwiatów, uwzględniono również ich mieszańce, odmiany i formy. Załączone spisy literatury wskazują na wykorzystane źródła. Opisom tym towarzyszą starannie wykonane zdjęcia fotograficzne czarno-białe i kolorowe. Ilustracje te są bardzo liczne, pouczające i ułatwiające rozpoznanie poszczególnych gatunków storczyków.

Miłośnikom przyrody, a wielbicielom storczyków w szczególności, można śmiało polecić nabycie tak interesująco wydanych książeczek, które wzbogacą bibliotekę każdego zwolennika piękna i estetyki.

Jakub Mowszowicz

J. V. G. Durnin i R. Passmore — *Energetyka pracy i wypoczynku*, PWN, 1969, str. 196, cena 20 zł, tłum. z angielskiego H. Kaciuba i St. Kozłowski, tytuł oryginalu: *Energy, Work and Leisure*, Heinemann Educational Books Ltd. London, 1967.

Omawiana książka jest podstawowym przewodnikiem dla wszystkich zajmujących się problematyką ergonomii. Dzięki pracowicie zebranemu materiałowi dotyczącemu energetyki różnych form aktywności ruchowej człowieka opracowanie to, jak słusznie piszą tłumacze, jest unikalne w piśmiennictwie światowym.

Książka ta jest niezbędna dla każdego badacza obliczającego koszt energetyczny pracy, jest wysoce pożyteczna dla lekarza higienisty, ustalającego normy dietetyczne dla różnych grup ludności, jest niezbędna dla trenerów sportowych, stanowi przewodnik dla lekarza praktyka. Książka ta powinna znaleźć się w księgozbiorach wielu ekonomistów zajmujących się organizacją pracy ludzkiej i żywieniem. Książka ta wreszcie może stanowić przyjemną i pożyteczną lekturę dla każdego inteligentnego człowieka.

Omawiana praca Durnin i Passmore zawiera w 12 rozdziałach zasadnicze informacje o fizjologii żywienia, o energetyce pracy i wypoczynku człowieka w różnym wieku od wczesnego dzieciństwa do późnej starości, człowieka wykonującego różne prace, wreszcie człowieka chorego.

W pierwszych dwóch rozdziałach autorzy charakteryzują wartość energetyczną substancji pokarmowych stanowiących źródło energii dla człowieka. Jako główne źródła energii autorzy wymieniają węglowodany i tłuszcze oraz białka i alkohol etylowy. Omawiają pokrótce wartość energetyczną różnych sposobów odżywiania stosowanych w krajach ubogich i krajach o wysokim standardzie życiowym. Następnie podają metody pomiarów stosowane w kalorymetrii bezpośredniej i pośredniej i podają przykłady pomiarów dobowego wydatku energetycznego u robotników i chorych na zaburzenia metaboliczne.

Rozdziały III, IV i V zawierają bezcenne zupełnie tabele wydatków energetycznych przy wykonywaniu czynności życia codziennego, czynności zawodowych, wreszcie podczas zajęć i gier sportowych. Ważne i interesujące są dane dotyczące zmian wydatku energetycznego w ciągu nocy, pochłaniania tlenu przez niektóre narządy zdrowego człowieka, porównawczych wartości podstawowej przemiany materii

u różnych gatunków zwierząt i ludzi. Podana jest klasyfikacja intensywności wysiłku, w której wyróżnia się pracę lekką, umiarkowaną, ciężką, bardzo ciężką i niezwykle ciężką. Klasyfikacja ta jest ogólnie przyjęta i mimo może pewnych uwag krytycznych podział Durnin i Passmore utrzymuje się, stanowi bowiem pewien schemat ułatwiający ocenę intensywności różnych wysiłków.

Dalsze rozdziały tj. VI i VII traktują o wpływie jaki wywiera wiek oraz klimat na wydatek energetyczny. W rozdziale VI znajdują się ogólne dane dotyczące energetyki różnych okresów ciąży i następnie okresu laktacji. Dane te nie wyczerpują całego zagadnienia, zwłaszcza jeżeli chodzi o ostatnie miesiące ciąży i poród. Od siebie dodam, że wśród bardzo nielicznych badań na ten temat znajdują się polskie prace doc. Wł. Fijałkowskiego z Kliniki Ginekologiczno-Położniczej Akademii Medycznej w Łodzi.

Specjalną problematykę zawiera rozdział VIII mianowicie wydatek energetyczny ludzi chorych i inwalidów. Cały materiał jest przedstawiony na pięciu stronach co wyraźnie wskazuje na lukę w problematyce energetyki wysiłku. Zaburzenia metabolizmu istniejące w różnych chorobach rzutują oczywiście na podstawową i wysiłkową przemianę materii. Dane te znaleźć można w odpowiednich podręcznikach klinicznych. Natomiast energetyka pracy inwalidów jest sprawą otwartą i tu mam wrażenie istnieje konieczność wszechstronnego opracowania tego zagadnienia.

W dalszych rozdziałach autorzy omawiają dobowy wydatek energii, zdolność wysiłkową człowieka, rezerwy energetyczne i regulację bilansu energetycznego.

W sumie mamy dzieło bardzo wartościowe będące syntezą wieloletnich badań obydwu autorów. Przedstawione dane są uzyskane przeważnie na podstawie badań wykonanych na Anglikach. Odzwierciedlają stosunki społeczne i obyczaje panujące w Anglii. Stąd niektóre informacje mogą nieco dziwić polskiego czytelnika. W zestawieniu tabl. 3 na str. 19 zatytułowanym „Ciepło spalania i współczynniki At-watera dla podstawowych rodzajów pożywienia” jako podstawowe rodzaje pożywienia wymienione są: białka, tłuszcze zwierzęce i roślinne, węglowodany zwierzęce i roślinne oraz alkohol etylowy. Na poprzednich stronach alkohol jest również traktowany z powagą na jaką raczej nie zasługuje. Wiemy, że w krajach zachodnioeuropejskich istnieje dosyć powszechny zwyczaj picia wina do większych posiłków i to może tłumaczyć zamieszczenie alkoholu w grupie podstawowych rodzajów pożywienia. Trzeba jednak zaznaczyć, że w tych krajach ostatnio coraz częściej i głośniej mówi się o szkodliwości takiego stałego, codziennego picia wina czy innych napojów alkoholowych. Dobrze byłoby w następnych wydaniach tej książki zamieścić w przypisach choć kilka słów wyjaśnienia i przestrogi by nie zachęcać naszych rodzimych „pijących” do traktowania alkoholu jako „podstawowego rodzaju pożywienia”. Również krzywa na rysunku 4 str. 53 wymaga wyjaśnienia. Czas występowania nocnego minimum metabolicznego jest zależny od obfitości i czasu przyjęcia ostatniego posiłku. Na zachodzie kolacja lub późny obiad są dosyć obfite co powoduje, że okres najmniejszej przemiany materii występuje dopiero ok. 4 rano. Nie jest to jednak korzystne z punktu widzenia higieny żywienia. Sądzę, że lekki posiłek wieczorny przyspieszy pojawienie się w nocy najniższego poziomu przemiany materii. Mam wrażenie, że w przypisach należałoby też w kilku słowach to wyjaśnić i zachęcić do nieprzejadania się na wieczór. Kilka innych sformułowań należałoby może nieco inaczej ująć np. na str. 37 i 42 znajduje się reklama dwóch firm produkujących aparaturę naukową.

W przedmowie autorzy piszą: „Jest nader prawdopodobne, że pewne minimum aktywności ruchowej jest niezbędne do zachowania zdrowia”. Wydaje mi się, że jest to zbyt ostrożne i niepewne sformułowanie. Dziś chyba nikt nie ma wątpliwości, że owo „minimum aktywności ruchowej” jest konieczne dla utrzymania zdrowia.

Z jaką jednak satysfakcją przeczytałem na str. 113 w części omawiającej boks: „Autorzy zgadzają się z większością opinii lekarskich, iż nie powinno się popierać sportu, w którym zamierzonym celem jest zadawanie ciosów mogących spowodować trwałe uszkodzenie mózgu”.

Książkę czyta się nieomal jak lekką opowieść, z której dowiadujemy się np. iż „krykiet jest typową angielską grą, której nie są w stanie zrozumieć ani Szkoci, ani Amerykanie”. Czytelnik przyznaje, że *Homo sapiens* przekształcił się niestety w *Homo laborans*, czego konsekwencją jest iż stał się *Homo sedentarius* i że jedyną pociechą jest to, że „nowi obywatele świata reprezentować będą gatunek *Homo sportivus*”. (str. 154). A gdy czytamy, że przy badaniach energetyki wymagających ogromnej pracowitości „poczucie humoru jest nieocenione, lecz pewien staż naukowy konieczny” (str. 50) — to trudno się nie uśmiechnąć.

Uważam, że Państwowe Wydawnictwo Naukowe i tłumacze książki dobrze zasłużyli się nauce i społeczeństwu przyswajając polskiej literaturze tę niezwykle pożyteczną, interesującą i żywo napisaną książkę.

Wiesław Romanowski

MODEL POWSTAWANIA MECHANIZMU RYTMU ODDECHOWEGO*

Teoria samoregulacji wahań intensywności impulsów ustaliła ogólne wymagania jakim taki układ powinien odpowiadać. Celem uzyskania charakterystyki aktywności neuronów układu oddechowego, która umożliwiłaby przeprowadzenie statystycznej oceny z punktu widzenia teorii samoregulacji wahań, autorzy opracowali odpowiednią metodę. W oparciu o tę metodę autorzy przeanalizowali 200 neuronów ośrodka oddechowego w rdzeniu podłużnym kota. Po przeprowadzeniu normalizacji długości cyklu oddechowego, intensywności wyładowań oraz po ustaleniu średnich dla wszystkich danych autorzy wykreślili sumaryczną średnią krzywą ze wszystkich wartości impulsów neuronów oddechowych w ciągu cyklu oddechowego.

Z przytoczonej krzywej wynika, że w ciągu całego cyklu oddechowego występuje stosunkowo wysoka aktywność neuronów. Krzywa jednak również posiada wyraźną zmienną składową w rytmie oddechu. Świadczy to o tym, że w ośrodku oddechowym występuje populacja neuronów znajdujących się nie tylko w przeciwnej fazie, lecz również populacja neuronów w jakiejś fazie pośredniej. Oprócz tego aktywność neuronów w okresie wdechu jest znacznie większa niż w okresie wydechu.

Celem dalszej analizy zachowania się poszczególnych populacji neuronów w ośrodku oddechowym wykonano histogramy początku i końca grupy rozładowań impulsów. Te histogramy wykazują, że rozładowanie impulsów grupy neuronów może wystąpić w dowolnym ustalonym odcinku cyklu oddechowego. W obu histogramach występują dwa maksyma, większe jest związane z wdechem. Grupa około 40% neuronów ośrodka oddechowego rozpoczyna rozładowanie w momencie rozpoczęcia wdechu, a w przybliżeniu 30% neuronów kończy rozładowanie w tym momencie.

Histogramy wykazały jednak oprócz tego występowanie jeszcze innych populacji o pośrednim położeniu momentu rozpoczęcia rozładowań. Autorzy przeprowadzili ich orientacyjny podział.

Aby wyjaśnić zagadnienie w jaki sposób osiąga się tak duże okresy powstawania rozładowań impulsów w układzie złożonym z tak stosunkowo szybko działających elementów, autorzy przyjęli jedno z założeń teorii samoregulacji wahań. Zastosowanie dodatniego połączenia zwrotnego zwiększa stałą czasową ogniwa. W oparciu o dane, uzyskane w pracowni autorów, dotyczące zespołowej organizacji struktur nerwowych opracowano model zespołu neuronów, odpowiadającej wymaganiom teoretycznym oraz danym doświadczalnym. Obliczenia przeprowadzano na maszynie analogowej.

Włączenie jednego elementu do zespołu zmienia charakter jego reakcji na ten sam bodziec i wywołuje przedłużenie okresu przejściowego. Równocześnie zmiana współczynnika związku między elementami zespołu zmienia przebieg krzywej reakcji; w pewnych optymalnych warunkach można uzyskać ogniwa ze stałą czasową równą nieskończoności.

Łącząc kilka takich ogniw szeregowo w obwód o połączeniu zwrotnym można otrzymać generator z dowolnym okresem wahań. Każde ogniwo odpowiadające jednej z grup neuronów ośrodka oddechowego będzie aktywne w określonym okresie

* A. B. Kogan, W. N. Efimow, A. A. Czumurenko, W. A. Safonow: *O modelowaniu mechanizmu generacji dychotelnego rytmu*, Biofizyka, 1969, t. 14, nr 4, s. 718.

całego cyklu wahań z przesunięciem fazy w porównaniu z innymi ogniwami. Maksymalne przesunięcie w samoregulującym układzie wahań stanowi jeden okres.

Potwierdzeniem możliwości występowania w zespołach neuronów zmiany czasu przejściowych procesów są wyniki doświadczeń zmiany poziomu wzbudzenia neuronów tzw. retikularnych przez wywołanie polaryzacji.

Przedstawione poglądy i dane doświadczalne mogą stanowić podstawę dla badań metodami matematycznego modelowania mechanizmu rytmicznej generacji grupy rozładowań impulsów neuronów ośrodka oddechowego.

Konstancja Jakutowicz

SYGNAŁY EPR METABOLIZUJĄCYCH MITOCHONDRIÓW W CZASIE AKTYWNOŚCI III PUNKTU FOSFORYLWANIA*

W ogłoszonej wcześniej pracy autorów stwierdzono, że metabolizujące mitochondria, w których utlenianie przebiega z równoczesnym powstawaniem związków bogato energetycznych, powstają sygnały EPR znacznie wyższe niż w przypadku, gdy tej reakcji nie towarzyszą akceptory fosforanów. W celu wyjaśnienia pochodzenia tego wzrostu wybrano do doświadczenia odcinek łańcucha oddechowego cytochrom $c - O_2$ z fosforylacją w III punkcie.

Substancje przenoszące elektrony na tym odcinku łańcucha oddechowego w warunkach doświadczenia (temperatura pokojowa) przy przejściu mitochondriów z jednego stanu przemiany w inny nie dają sygnałów EPR i dlatego nie wpływają na wielkość rejestrowanego sygnału EPR przy III punkcie fosforylacji.

Stosowany w klasycznych doświadczeniach jako substrat kwas askorbinowy nie nadaje się, gdyż jego elektrony wchodzi do łańcucha oddechowego na poziomie cytochromu c . Jest to powodem dawania dużych intensywnych sygnałów EPR.

Celem zapewnienia przekazywania elektronów tylko na odcinku „zredukowany cytochrom $c - \text{tlen}$ ” zastosowano blokowanie substratów endogennych za pomocą antymycyny A. W tych warunkach substancje przenoszące elektrony, a występujące po stronie substratów, ulegały redukcji przez endogenne substraty. Powstająca w tych warunkach równowaga między stężeniem na pół zredukowanych wolnych rodników (np. flawoproteidy, Co Q) tworzących tło, które stabilizuje antymycynę A, praktycznie nie zmienia się przy oddzielnym dodawaniu zredukowanego cytochromu c , akceptora fosforanu i DNF (1,4-dwunitrofenol).

Jeśli do środowiska reagującego zostanie równocześnie wprowadzony substrat i akceptor, gdy występuje stymulacja pochłaniania tlenu, wskutek obecności zredukowanego cytochromu c , do trójkrotnego poziomu, można zaobserwować wzrost wielkości sygnału EPR do 25–30% ponad zarejestrowany poziom tła. Po rozkojarzeniu utleniania i fosforylacji za pomocą DNF następuje ponownie spadek do poprzedniego poziomu, takiego jak przy zablokowaniu KCN transportu elektronów ze zredukowanego cytochromu c .

Ponieważ dodanie układu akceptującego fosforany, DNF i KCN prawdopodobnie nie wywołuje przesunięcia równowagi układu oksydo-redukcyjnego wzrost sygnału przy przejściu mitochondriów w stan utlenienia przy równoczesnej fosforylacji w III punkcie oraz jego obniżenia przy zastosowaniu DNF i KCN, można przyjąć, że w tym procesie powstają produkty pośrednie z niesparowanymi elektronami.

Wyniki te można uważać za potwierdzenie badań dotyczących utleniania mito-

* O. N. Brzewska, O. S. Niedziela: EPR metabolizujących mitochondrii pri rabote III punkta fosforylirowanija, Biofizyka, 1969, t. 14, nr 4, s. 647.

chondriów ze skojarzoną fosforylacją za pomocą bursztynianu i innych substratów, podczas których występuje dodatkowy sygnał EPR wywołany powstaniem wolnych rodników.

Konstancja Jakutowicz

BADANIA NAD GLOBULINAMI NASION BAWELNY ZA POMOCĄ ELEKTROFOREZY W ŻELU POLIAKRYLOWYM I CHROMATOGRAFII NA DEAE-CELULOZIE*

Prace dotyczące badań nad składem frakcji globulinowej nasion bawełny są nieliczne.

Zgodnie z przyjętą klasyfikacją Osborna do globulin zalicza się białka rozpuszczalne w roztworze soli, lecz nie rozpuszczalne w wodzie. Jednak niektórzy autorzy zaliczają do globulin również białka, które wytrącają się z roztworów wodnych w pobliżu ich punktu izoelektrycznego (pH 3,8—4,1). W związku z tym autorzy badali obie te frakcje łącznie, to jest; wyciąg w 2m NaCl i osad otrzymany przy pH 3,8—4,1. Oprócz tego poddano badaniu frakcję w wyciągu otrzymanym za pomocą 2m NaCl po uprzednim usunięciu frakcji białek rozpuszczalnych w wodzie.

Wyniki doświadczeń wskazują, że z łącznego wyciągu z mąki z nasion bawełny w roztworze soli przy rozdziale chromatograficznym otrzymuje się 9 frakcji, podczas gdy przy rozdziale elektroforetycznym w żelu akryloamidowym otrzymuje się tylko 3 frakcje białek, których stężenie jest dostatecznie wysokie. Rozdział na kolumnie DEAE-celulozy pozwala otrzymać oprócz tego jeszcze kilka składników, które w czasie chromatograficznego rozdzielu zagęszczają i eluują się w oddzielnych frakcjach.

Wyniki elektroforezy i chromatografii wykazują, że wszystkie składniki (razem 8) łącznego wyciągu frakcji globulinowych, oprócz białka frakcji oznaczonej numerem 9, występują zarówno we frakcji białek rozpuszczalnych w wodzie wytrącających się po zakwaszeniu. Ponieważ obie frakcje: albuminowe i wytrącalne kwasami nie różnią się pod względem składników, można przypuszczać, że należą one do wspólnej frakcji albuminowej. Należy więc przyjąć, że po dwukrotnej dializie w łącznym wyciągu frakcji globulinowych pozostają w nim jednak jeszcze białka rozpuszczalne w wodzie. Tylko frakcje 5 i 6 można wykryć elektroforetycznie, a pozostałe dopiero po zagęszczeniu chromatograficznym na DEAE-celulozie.

W celu otrzymania dokładnie oczyszczonej frakcji globulinowej autorzy przeprowadzili wprawie ekstrakcję mączki z nasion bawełny buforem fosforanowym, a następnie dopiero ekstrakcję 2m NaCl. We frakcji globulinowej otrzymanej w ten sposób występowały trzy składniki t.j. frakcje oznaczone numerami 5, 6 i 9. Składniki 5 i 6 pozostawały we frakcji globulinowej nawet po tym procesie oczyszczania. Pozostałe występowały w śladowych ilościach.

Usuwanie buforem fosforanowym rozpuszczalnych w wodzie białek zapewniało otrzymanie znacznie czystszych preparatów zawierających frakcje 5, 6 i 9. Stwierdzono przy tym znacznie mniejszą rozpuszczalność frakcji 9 w wodzie, oraz stwierdzono, że jest ona głównym białkiem globulin. Jest ono według autorów jedynym białkiem odpowiadającym ściśle klasycznej definicji globulin. Autorzy nazwali je globuliną A.

Konstancja Jakutowicz

* N. N. Karawajewa, W. M. Michajłow, P. Ch. Juldaszew, Ch. Mierzarachmatow: *Issledowanie globulinow siemion chlopchatnika eliektrifizirozom w poliakrylamidowym żelie i chromatografiej na DEAE-celulozie*, Biochimija 1969, t. 34, nr 1, s. 29.

OZNACZANIE CIĘŻARÓW CZĄSTECZKOWYCH NIEKTÓRYCH BIAŁEK ENZYMATYCZNYCH I NIEENZYMATYCZNYCH BAKTERYJNYCH BŁON KOMÓRKOWYCH ZA POMOCĄ INAKTYWACJI PRZEZ NAPROMIENIOWANIE I ELEKTROFOREZĘ W ŻELU AKRYLOWYM*

Badania nad składem i budową błon organizmów żywych zbliżają się ku końcowi, jednak mimo to wyobrażenia o organizacji cząsteczkowej błon nie wychodzą poza ramy kilku sprzecznych hipotez. Przyczyna tego leży w tym, że składniki strukturalne błon po wyodrębnieniu zmieniają swoje właściwości fizykochemiczne. Z tego względu doświadczenia umożliwiające otrzymanie informacji o białkach i kompleksach białkowych, ich rzeczywistych rozmiarach i budowie, bez wyizolowania ich w stanie czystym ma szczególne znaczenie.

Badania przeprowadzono w celu ustalenia ciężaru cząsteczkowego dehydrogenazy jabłczanowej oraz NAD — H w błonach komórkowych *M. lysodeikticus* a również w celu określenia heterogenności składników białkowych błony oraz struktury czwartorzędowej badanych enzymów.

Ciężar cząsteczkowy oznaczano przy pomocy wzoru, który wykazuje prosty związek między ciężarem a dawką promieniowania jonizującego

$$c.c.z. = \frac{-0,72 \cdot 10^{12}}{D^{37}}$$

gdzie D_{37} oznacza dawkę promieniowania, przy której aktywność początkowa spada do 37%. Wyniki obliczeń wskazują, że D_{37} dla dehydrogenazy jabłczanowej wynosi 9,86 mrad, zaś dla dehydrogenazy NAD H dawka ta wynosi 10,6 mrad. Ciężary cząsteczkowe wynoszą odpowiednio 73 000 i 70 000.

Ciężar cząsteczkowy oznaczony na podstawie ruchliwości elektroforetycznej w żelu zależy przede wszystkim od ładunku, kształtu i bezwzględnych wymiarów cząsteczek. W celu porównania wyników chociażby pod względem jednego parametru należy wyłączyć wpływ pozostałych. Można to osiągnąć przez rozpuszczenie białek w mieszaninie: kwas octowy — fenol — woda. Cząsteczki białka przyjmują w niej statystycznie kształt kłębków. Cząsteczki porównuje się na podstawie odcinka drogi, które przebiegną w dwóch żelach o różnym stężeniu. Stosunek tych wielkości daje tzw. współczynnik hamowania. Uzyskane wyniki wskazują na występowanie w mieszaninie białek z błon komórkowych cząsteczek o ciężarze 12 000—160 000, najczęściej występujące ciężary wynoszą 23 000, 61 000, 57 000 i 153 000. Odpowiednie ciężary dla frakcji elektroforetycznych wynoszą b_1 —61 000, b_2 —45 000, b_3 —35 000, w_1 —64 000. Dane z doświadczeń równoległych różnią się o 15—20%, chociaż uzyskanie mniej rozbieżnych wyników nie powinno przedstawiać trudności.

Ciężar cząsteczkowy 73 000 uzyskany przez inaktywację radiacyjną dehydrogenazy jabłczanowej *M. lysodeikticus* pokrywa się z danymi uzyskanymi przez innych autorów, jeśli się nie uwzględni trwałego połączenia z błonami komórkowymi. Dla dehydrogenazy NAD-H Green przyjmuje ciężar cząsteczkowy 1 000 000 jako dużego kompleksu, gdzie próby usunięcia składnika lipidowego kończyły się utratą aktywności. Jednak inni Mackler, Kagawa wymieniają ciężary cząsteczkowe 40 000—77 000. Te ostatnie pokrywają się z wynikami uzyskanymi w tej pracy, jednak mechanizm oddziaływania promieniowania na błony nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśniony. Należy podkreślić, że lipoproteidy mają na ogół zwiększoną odporność na działanie promieniowania.

* D. N. Ostrowskij, I. M. Cfasman, N. S. Gelman: *Opredielenije molekularnych wiesow niekotorych fermentnych i niefermentnych bielkow bakterjalnych membran metodami radiacionnoj inaktiwacji i diskelektroforeza*, Biochemija, 1969, t. 34, nr 5, s. 993.

Ciężary uzyskane metodą elektroforezy zdenaturowanych 16 frakcji białek, wających się w granicach 12 000—60 000, pozwala tylko przypuszczać, że dehydrogenazy: jabłczanowa i NAD-H składają się z podjednostek o takich ciężarach. Ta niepewność będzie zanikać w miarę zwiększania stopnia oczyszczania białek błon komórkowych i zmniejszania ilości frakcji. Można również przypuszczać, że intensywność zabarwienia niektórych pasm w żelu jest proporcjonalna do wzrostu aktywności właściwej oczyszczonego enzymu, co pozwoli na identyfikację poszczególnych białek, a po wydzieleniu z żelu pozwoli przejść do badania struktury pierwszorzędowej.

Według Grola i współpracowników białka błon komórkowych u *M. lysodeikticus* w przeważającej części są niskocząsteczkowe (22 000—36 000). Brak dokładnego opisu metody oznaczania ciężaru cząsteczkowego nie pozwala na dokładniejsze porównanie wyników.

Konstancja Jakutowicz

BADANIE ROZPUSZCZALNYCH BIAŁEK GRUCZOŁU PRZĘDNEGO CZĘŚCI SERYCYNOWEJ I FIBROINOWEJ U *BOMBYX MORI* ZA POMOCĄ ELEKTROFOREZY W ŻELU AKRYLOWYM*

Zastosowanie mikroelektroforezy w żelu akrylowym umożliwiło rozdział mieszaniny rozpuszczalnych białek na znacznie większą ilość frakcji niż dotychczas. Daje to możliwość śledzenia poszczególnych białek różnych tkanek w syntezie jedwabiu. Z tego względu poddano bardzo dokładnej analizie składniki białkowe hemolimfy, ciała tłuszczowego, ścianek przewodu pokarmowego oraz tułowia. Spośród narządów jedwabnika największą aktywność w przemianie białkowej wykazuje ciało tłuszczowe, w którym zachodzi synteza szeregu białek przechodzących następnie do hemolimfy. Niektóre z nich prawdopodobnie biorą udział w syntezie serycyny i fibroiny.

Celem tej pracy było uzyskanie danych porównawczych z rozdziału elektroforetycznego białek rozpuszczalnych części przedniej i tylnej gruczołu przedniego, hemolimfy i ciała tłuszczowego dotyczących przemiany białkowej w różnych częściach gruczołu.

Rozdział w żelu akrylowym dostarczył bardzo dużą ilość frakcji: w hemolimfie wykryto 21 frakcji, w ciele tłuszczowym 29 frakcji, w przedniej części (serycynowej) i tylnej (fibroinowej) gruczołu przedniego 35 frakcji. Niektóre z tych frakcji występują w tkankach stale, niezależnie od stadium rozwojowego.

Gruczoł przedni jedwabnika wytwarza nie tylko największą liczbę frakcji, lecz również ilościowo wydziela najwięcej białka. Pierwszego dnia wytwarzania kokonów ilość białek rozpuszczalnych przewyższa o 25% ilość białek w hemolimfie, a w ciele tłuszczowym dwukrotnie.

Duże stężenie i różnorodność białek w gruczole przednim świadczy o wysokim poziomie przemiany białkowej. Gruczoł przedni wytwarza olbrzymie ilości serycyny i fibroiny zgodnie ze swoim przeznaczeniem.

Porównując ruchliwość elektroforetyczną białek można przypuszczać, że niektóre z nich są wspólne (6 frakcji) dla wszystkich czterech narządów. Skład białkowy przedniej i tylnej części gruczołu przedniego jest bardzo zbliżony we wszystkich

* S. M. Klunowa, J. B. Filippowicz: *Issledowanie rastworimych białkow serycynowego i fibroinowego otdielow szekootdielitelnoy železy tutowogo szekoprjuda metodom elektroforeza w poliakrylamidnom žele*, Biochemija, 1969, t. 34, nr 5, s. 937.

badanych stadiach rozwoju, występuje tu jedenaście wspólnych frakcji. Wspólne frakcje białkowe świadczą o wspólnych cechach przemiany białkowej tych tkanek.

Oprócz wspólnych frakcji białkowych występują również frakcje charakterystyczne tylko dla danego rodzaju tkanek. W części przedniej występują dwie stałe i jedna niestała frakcja zaś w części tylnej jedna stała i jedna niestała frakcja charakterystyczna dla tych tkanek. Nie jest wykluczone, że te frakcje biorą udział w syntezie jedwabiu. Ciekawe jest, że jedna z tych frakcji — 28 odpowiada pod względem ruchliwości frakcji 20 ciała tłuszczowego i 16 frakcji hemolimfy, co może wskazywać na ich związek z syntezą białka jedwabnika.

Jak wykazały badania elektroforetyczne skład białkowy tkanek nie jest stały i zmienia się w okresie rozwoju, a szczególnie w okresie przejścia w okres spoczynkowy kokonu. Niektóre frakcje białkowe są charakterystyczne tylko dla jednego okresu rozwojowego.

Minimalna ilość białek w końcowym okresie wytwarzania kokonu we wszystkich badanych tkankach pokrywa się z zakończeniem okresu działalności gruczołu przedniego. Maksymalna ilość frakcji białkowych występuje w pierwszym dniu wytwarzania kokonu. Wzrost ilości białka w hemolimfie i ciałku tłuszczowym przed wytworzeniem kokonu związany jest z gromadzeniem materiałów zapasowych, natomiast zmniejszenie ilości frakcji i ogólnej ilości białka w tych tkankach związane jest z przekazaniem ich do gruczołu przedniego.

Wyniki analizy frakcji białkowych wskazują, że przemiana białkowa w gruczole przednim jedwabnika jest podporządkowana jednemu celowi, którym jest synteza białek jedwabiu. Synteza ta jest procesem złożonym, wielostopniowym a w każdym stadium rozwoju skład frakcji białkowych jest inny.

Analiza ilościowa frakcji białkowych wskazuje, że w gruczole przednim, w ciałku tłuszczowym i hemolimfie w miarę rozwoju jedwabnika występuje stopniowy wzrost ilościowy niektórych frakcji białkowych w porównaniu z pierwszym dniem wytwarzania kokonu. Odnosi się to przede wszystkim do białek należących do frakcji wspólnych wszystkim tkankom. Podobnie wyraźne zmniejszenie ilości trzech najruchliwszych elektroforetycznie frakcji w pierwszym dniu wydzielania serycyny i fibroiny powinno świadczyć o udziale tych białek w syntezie jedwabiu.

Konstancja Jakutowicz

CHEMILUMINESCENCJA POŁĄCZONA Z SYNTEZĄ NADTLENKÓW LIPIDOWYCH W BŁONACH BIOLOGICZNYCH. II. ROLA Fe^{2+} W ŁAŃCUCHOWYM PROCESIE UTLENIANIA ORAZ SŁABEJ LUMINESCENCJI*

Powstawaniu nadtlenu lipidowych w narządach i tkankach towarzyszą u zwierząt, a prawdopodobnie również u człowieka, liczne procesy chorobowe jak: E-awitaminoza, porażenie popromienne, otrucie czterochlorkiem węgla itp. Proces nagromadzenia nadtlenu lipidowych ma katastrofalne skutki dla komórek i tkanek, ponieważ nadtlenki lipidowe niszczą błony komórkowe i mitochondria, inaktywują enzymy, prowadzą do uwolnienia hydrolaz z lizosomów. Z drugiej strony posiadane dane wskazują, że proces utleniania lipidów w błonach ma przebieg zgodny z dobrze znanym mechanizmem łańcuchowego utleniania węglowodorów, dla którego można wymienić szereg stadiów, w których po połączeniu z tlenem powstają wolne rodniki zawierające lub nie zawierające tlenu. Wasilew i współpracownicy stwier-

* J. A. Władimirów, T. B. Susłowa, W. I. Oleniew: *Chemiluminescencja sprzężająca z obrazowaniem lipidnych pieroksisiej w biologicznych membranach*, 1969, t. 34, nr 5, s. 836.

dzili w procesie łańcuchowego utleniania węglowodorów świecenie wywołane głównie przez reakcję, w której dwa rodniki nadtlenkowe reagują ze sobą. Tarusow i Zurawlew stwierdzili świecenie przy powstawaniu nadtlenków w nienasyconych kwasach tłuszczowych. Neifakh stwierdził świecenie związane z powstawaniem nadtlenków lipidowych w mitochondriach w obecności kwasu askorbinowego.

Do chwili obecnej głównym obiektem w badaniu mechanizmu powstawania nadtlenków w błonach były zawiesiny cząstek subkomórkowych: mitochondria i mikrosomy. W licznych pracach zajmujących się tym zagadnieniem zwraca uwagę rola jonów żelaza, przy czym bardziej aktywne jest Fe^{2+} . Wykazano również, że powstawanie nadtlenków lipidowych związane jest z układem enzymatycznego transportu elektronów. Jednak aktywne powstawanie nadtlenków stwierdzono tylko w obecności jonów Fe^{2+} . Oprócz substancji indukujących syntezę nadtlenków (kwas askorbinowy, cysteina, zredukowany glutation) istnieją substancje kompleksotwórcze wiążące jony żelaza: KCN, o-fenantrolina, EDTA, które hamują powstawanie nadtlenków lipidowych.

Najbardziej charakterystyczną cechą procesu powstawania nadtlenków lipidowych w błonach jest jego zależność od obecności i wartościowości jonów żelaza. Mechanizm tego procesu nie jest jeszcze wyjaśniony. Autorzy w swej pracy postanowili wyjaśnić to zagadnienie przeprowadzając pomiary chemiluminescencji w zawiesinie mitochondriów po dodaniu soli żelaza i porównania tych wyników z wynikami chemicznego oznaczania nadtlenków i jonów żelaza dwuwartościowego.

W procesie powstawania nadtlenków lipidowych można wyróżnić po jednorazowym dodaniu żelaza trzy stadia przy nieobecności ATP: 1 okres utajony, 2 okres powolnego wzrostu intensywności świecenia, 3 okres stabilności świecenia. Taki jest przebieg krzywej luminescencji przy nieobecności jonów żelaza dwuwartościowego oraz ATP, ADP i NAD. Związki te bez obecności jonów żelaza nie wywoływały świecenia. Powtórne dodanie jonów żelaza powoduje nagły przyrost intensywności świecenia (okres 4) wywołany prawdopodobnie reakcją dwuwartościowego żelaza z nadtlenkami lipidowymi. Po tym okresie następuje okres 5 — zanik świecenia stabilnego.

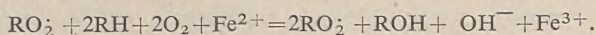
Wyniki dalszych doświadczeń wskazują na to, że intensywność chemiluminescencji charakteryzuje prędkość reakcji utleniania do nadtlenków w różnych stadiach procesu. Nagły wzrost intensywności świecenia po powtórным dodaniu jonów żelazowych tłumaczy się rozgałęzieniem przebiegu łańcuchowej reakcji utleniania.

Powolny okres wzrostu intensywności występuje tylko w obecności dwuwartościowego żelaza. Jeśli do mieszaniny reagującej doda się trójwartościowe jony żelaza, to powolne nagromadzanie się nadtlenków też ma miejsce, o czym można się przekonać po ponownym dodaniu jonów żelaza dwuwartościowego, jednak ilość wytworzonych nadtlenków jest znacznie mniejsza niż w obecności żelaza dwuwartościowego.

Równocześnie z nagromadzeniem się nadtlenków lipidowych i świecenia w drugim okresie następuje przejście żelaza dwuwartościowego w trójwartościowe.

Po utlenieniu podstawowej ilości żelaza do trójwartościowego okres słabej chemiluminescencji, prędkość nagromadzania się dwualdehydu malonowego się zmniejsza.

W obecności żelaza dwuwartościowego reakcja wytwarzania rodników ma następujący przebieg:



Jak widać w tym wypadku łańcuch się rozgałęzia, gdyż ilość rodników się podwaja.

Gdyby rola dwuwartościowego żelaza ograniczała się do katalizy powstawania nadtlenków to według zaproponowanego mechanizmu rozgałęzienia łańcuchowej reakcji utleniania przyrost intensywności świecenia i nagromadzenia się dwualde-

hydu malonowego zachodziłoby równocześnie, natychmiast po dodaniu dwuwartościowego żelaza. Między momentem dodania soli żelaza i początkiem szybkiego powstawania dwualdehydu malonowego i powolnego wzrostu intensywności świecenia występuje okres utajony, który przy braku nieorganicznego fosforu w temperaturze pokojowej może trwać dziesiątki minut.

Jak stwierdzono w tym okresie ma miejsce stopniowe utlenianie żelaza dwuwartościowego. Z chwilą obniżenia się jego stężenia do 50—100 mμ następował okres szybkiego wytwarzania nadtlenu. Okres utajony skraca się w wypadku zmniejszenia stężenia żelaza w środowisku. Przypuszcza się, że żelazo może odgrywać również rolę przeciwutleniacza. Hamowanie łańcuchowego utleniania lipidów wskutek reagowania Fe^{2+} z wolnymi rodnikami powinno znaleźć wyraz również w hamowaniu wystąpienia okresu stabilnego świecenia mitochondriów.

Tak więc warunki w układzie utleniania lipidów do nadtlenu i prędkość reakcji utleniania zależą od wartościowości żelaza w zawieszynie. Początkowo w pierwszym okresie procesu powstawania nadtlenu katalizatorem są jony żelaza trójwartościowego a nadmiar jonów Fe^{2+} wywiera działanie hamujące. Następnie po utworzeniu odpowiedniego zapasu nadtlenu jony Fe^{2+} zaczynają przyspieszać łańcuchowy proces utleniania przez doprowadzenie do rozgałęzienia łańcucha. Ciśnienie parcjalne tlenu, obecność zredukowanej cysteiny i glutationu, kwasu askorbinowego, zredukowanych nukleotydów purynowych itp. podobnie jak oksydo-redukcyjne układy enzymatyczne zmieniające stosunek $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ w zawieszynie mitochondriów lub w komórce powinny z tego powodu wywierać wpływ na prędkość powstawania nadtlenu lipidowych.

Konstancja Jakutowicz

TRWAŁOŚĆ KONFORMACJI TRYPSYNY W POŁĄCZENIU Z FOSFOLIPIDAMI*

Zgodnie ze współczesnymi poglądami trzeciorzędowa budowa białek decyduje o umieszczeniu hydrofobnych łańcuchów bocznych białek w części środkowej globularnych cząsteczek, a hydrofilnych na powierzchni. Okazuje się, że taka struktura jest termodynamicznie trwała i odpowiada modelowi Breslera i Talmuda. Denaturacja białek prowadzi do różnorodnych nie uporządkowanych zmian konformacyjnych w makrocząsteczce, co prowadzi do utraty przez nią hydrofilności. Równocześnie białko tworzy stopniowo agregaty i wytrąca się.

Taka struktura trzeciorzędowa nadaje białkom właściwości umożliwiające im reagowanie z różnymi nierozpuszczalnymi związkami o charakterze węglowodorów prowadząc do ich solubilizacji. Szczególnie ciekawe jest reagowanie białek z substancjami o charakterze powierzchniowo czynnym np. detergentami syntetycznymi. Ważne jest, że substancje powierzchniowo czynne mają wpływ na trwałość konformacji białek. Do naturalnych substancji powierzchniowo czynnych zaliczamy między innymi lipidy. Stanowią one składniki strukturalne błon komórkowych. W związku z tym ich współdziałanie z białkami jest bardzo ściśle. Na podstawie badań nad cytochromoksydazą stwierdzono, że lipidy są niezbędnymi składnikami strukturalnymi zapewniającymi jej zachowanie aktywności w roztworach wodnych. Ekstrakcja składnika lipidowego wywoływała jej inaktywację, chociaż badania fizykochemiczne nie wykazały zmian strukturalnych.

* S. E. Bresler, E. A. Glazunow, A. G. Popow, A. T. Suchodołowa: *O konformacionnoj stabilnosti tripsina pri wzaimodejstwiu s fosfolipidami*, Biochemija, 1969, t. 34, nr 5, s. 969.

W związku z opracowaniem metod wydzielania i oczyszczania trypsyny badano stabilizujące działanie lipidów otrzymanych z żółtka jaj.

Przeprowadzono badania nad kinetyką denaturacji trypsyny w 90% roztworze kwasu octowego oraz w 10% roztworze kwasu dwuchlorooctowego. Wyniki tej serii doświadczeń wskazują, że roztwory trypsyny zawierające lipidy są bardziej odporne na działanie denaturujące tych kwasów.

W następnej serii doświadczeń badano inaktywujące działanie temperatury na trypsynę. W odpowiednio przygotowanych roztworach po denaturacji w 60° badano zmianę aktywności esterazowej i amidazowej. Roztwory trypsyny nie zawierające lipidów wykazywały analogiczny przebieg krzywej zaniku aktywności esterazowej i amidazowej, natomiast w roztworach lipidowych aktywność esterazowa znikła szybciej niż amidazowa.

Wyniki doświadczeń wskazują, że kompleksy trypsyny z fosfolipidami są odporniejsze na denaturację kwasową i cieplną, świadczy to o stabilizującym działaniu na konformację fosfolipidów. Równocześnie stwierdzono różnicę w tempie zaniku aktywności esterazowej i amidazowej. W kompleksie z fosfolipidami aktywność amidazowa jest silniej stabilizowana niż esterazowa. Tłumaczy się to różnicami w mechanizmie hydrolizy swoistych substratów — estrów i amidów. Hydroliza estrów zachodzi drogą acylowania reszty seryny wchodzącej w skład centrum aktywnego trypsyny. Hydroliza amidów przebiega bez udziału seryny. Przy powstawaniu centrum aktywnego seryna zbliża się do reszty histydyny 29 i 46. Denaturacja wywołuje zmiany konformacji i narusza przy tym struktury centrum aktywnego. Można przypuszczać, że w obecności lipidów niektóre, lecz jednak nie wszystkie przejścia konformacyjne, ulegają zahamowaniu wskutek obecności dodatkowego oddziaływania grup hydrofobowych. Można przypuszczać, że konformacyjne przejścia kompleksów białkowo-lipidowych są podstawą molekularnego mechanizmu wzbudzania membranowego.

Konstancja Jakutowicz

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY ZAWARTOŚCIĄ KWASÓW NUKLEINOWYCH W ZARODKACH ZIARNA ODMIAN PSZENICY JAREJ OD POŁOŻENIA GEOGRAFICZNEGO MIEJSCA JEJ WYSIEWU*

Zawartość białka w ziarnach pszenicy jest najważniejszą cechą gospodarczą pszenicy, lecz podlegającą znacznym wahaniom w zależności od jakości gleby, ilości opadów itp. Oprócz tego ustalono zależność tych wahań od szerokości i długości geograficznej miejsca uprawy. Analogiczne badania z kwasami nukleinowymi przedstawiają również interesujące zagadnienie, ze względu na ścisły związek przemiany kwasów nukleinowych z przemianą białek.

Do doświadczeń użyto odmian: Saratowska 29 oraz Lutescens 758. Zarodki otrzymano z suchych ziaren z uprawy w 1962 i 1963 roku w różnych rejonach ZSRR. Wyniki wskazują na występowanie zależności między względną lub bezwzględną zawartością ważniejszych związków zawierających fosfor i azot w zarodkach suchych ziarn pszenicy jarej różnych odmian a warunkami wzrostu. Współczynniki wariancji wskazują, że najmniejsze wahania występują w zawartości kwasów nukleinowych

* T. A. Koksazarowa, E. I. Nikitina, S. R. Agamałowa, E. W. Bunickaja, W. N. Stoletow: *Zawisimost soderżanija nukleinowych kisłot w zarodiszch siemian jarowych sortow pszenicy ot miest wyraszcziwaniya*, Biochemija, 1969, t. 34, nr 5, s. 915.

natomiast największe w zawartości fosforu ogólnego i rozpuszczalnego w kwasach. Dalsze opracowania statystyczne świadczą o znacznym wpływie warunków wzrostu na zmienność względnej zawartości badanych związków. Udział wpływu położenia geograficznego w ogólnej zmienności względnej zawartości DNA w zarodkach *Saratowskiej 29* wynosi 92,2% a prawdopodobieństwo jej udziału przekracza współczynnik prawdopodobieństwa 0,999. Bardzo wysoki stopień prawdopodobieństwa udziału położenia geograficznego wystąpił również w ogólnej zmienności względnej zawartości fosforu ogólnego i fosforu rozpuszczalnego w kwasach.

Należy podkreślić duży wpływ warunków wzrostu na bezwzględną zawartość kwasów nukleinowych, szczególnie wyraźnie występuje ten wpływ u odmiany *Saratowska 29*. Należy podkreślić, że wpływ warunków wzrostu na ogólną zmienność względnej i bezwzględnej zawartości DNA w zarodkach odmiany *Lutescens 758* jest jednakowa. Wpływ geograficznych warunków wzrostu na ogólną zmienność bezwzględnej zawartości RNA jest większy niż na ogólną zmienność względnej zawartości DNA.

Konstancja Jakutowicz

LIPIDY W REGENERUJĄCEJ WĄTROBIE SZCZURÓW*

Skład chemiczny i przemiana materii w regenerującej wątrobie szczurów wykazuje istotne różnice w porównaniu z nienaruszoną wątrobą. Już po upływie kilku godzin po hepatektomii w komórkach regenerujących spada zawartość glikogenu i cukru a rozpoczyna się intensywne gromadzenie się tłuszczu obojętnych.

Ponieważ dotychczasowe prace dotyczą ogólnej zawartości obojętnych lipidów i fosfolipidów względnie niektórych ich frakcji, autorzy postanowili zbadać szczegółowo skład obojętnych lipidów i fosfolipidów w regenerującej wątrobie. W tym celu badano ilość i skład wyekstrahowanych lipidów po upływie 6, 12, 24, 48, 76 i 92 godzin po operacji. Poszczególne wyciągi dzielono na typy lipidów a ich ilość i skład porównywano z lipidami nienaruszonej wątroby.

Zawartość tłuszczów obojętnych — trójglicerydów — już po upływie 6 godzin po hepatektomii wykazuje wzrost ilości do podwójnej w porównaniu z kontrolą, a po upływie 12 godzin wzrost osiąga czterokrotną ilość, po czym stopniowo zawartość ich wraca do normy. Zawartość jedno- i dwuglicerydów również wzrasta osiągając jednak maksimum dopiero po 24 godzinach po operacji.

Zawartość wolnego cholesterolu wzrasta nieznacznie, natomiast zawartość zesterylizowanego już po 6 godzinach występuje w ośmiokrotnie większej ilości niż u kontroli. Autorzy zgadzają się z poglądami tych badaczy, którzy przyjmują, że wzrost ten jest związany ze wzmożeniem syntezy lipidów w regenerującej wątrobie.

Przy omawianiu rodzaju kwasów wchodzących w skład tłuszczu obojętnych można wymienić tylko kwas palmitynowy, którego zawartość wzrasta po upływie 6—48 godzin po operacji.

W jedno- i dwuglicerydach stwierdzono wzrost zawartości kwasów nasyconych o 14, 16 i 18 atomach węgla w łańcuchu w porównaniu z trójglicerydami. W tkance wątroby badanych po dłuższym okresie regeneracji zwiększa się znacznie ilość kwasów olejowego i linolowego w dwuglicerydach. Zmiany w składzie kwasowym w estrach cholesterolu mają przebieg odwrotny, co wskazuje na dużą swoistość aktywacji acylaz podczas regeneracji.

* W. A. Wawer, G. A. Popkova, M. A. Nowikowa, L. D. Bergelson: *Lipidy regenerującej wątroby szczurów*, *Biochimija*, 1969, t. 34, nr 2, s. 385.

W czasie regeneracji ogólna ilość fosforu w fosfolipidach ulega niewielkim wahaniom, natomiast w poszczególnych typach fosfolipidów można zauważyć poważne różnice, np. zawartość fosfatydylocholiny w początkowym okresie poważnie wzrasta, następnie po upływie 48 godzin spada do minimum, a po upływie 92 godzin wraca do normy. Podobnym zmianom ulega również zawartość fosfatydyloetanoloaminy. Zawartość kardiolipiny wyraźnie się obniża, co prawdopodobnie jest związane ze zmniejszoną ilością mitochondriów. Podobnie autorzy przebadali zawartość innych frakcji fosfolipidów.

Autorzy podkreślają, że wykryli w regenerującej wątrobie fosfatydaloseryny nie występujące w normalnej wątrobie.

Zawartość lizofosfatydylocholiny wzrasta w okresie 12 godzin po hepatektomii a następnie maleje aż do końca pierwszej doby, podczas gdy zawartość lizofosfatydyloetanoloaminy wzrasta stopniowo w ciągu całego okresu regeneracji.

Zbadano również zawartość i skład lecytyny i kefaliny, np. w okresie między 24 a 76 godziną po operacji zawartość kwasu stearynowego przekracza normę.

Autorzy przypuszczają, że zmiana zawartości poszczególnych typów fosfatydów może wpływać na zmianę przepuszczalności błon komórkowych oraz zmianę ujemnego ładunku powierzchniowego. Możliwe, że zmiany przepuszczalności błon częściowo są kompensowane zmianą rozmieszczenia kwasów tłuszczowych w poszczególnych frakcjach fosfolipidów.

Konstancja Jakutowicz

ZMIANY W IŁOŚCI GRUP TIOLOWYCH W BIAŁKACH FRAKCJI GLOBULINOWEJ JĄDER WĄTROBY SZCZURÓW PO NAŚWIETLeniu PROMIENIAMI RENTGENA*

Bezpośrednim działaniem promieniowania jonizującego na organizm jest utlenienie grup tiolowych w białkach tkankowych. Prawdopodobnie stopień uszkodzenia licznych białek jest niejednakowy jak niejednakowe jest ich znaczenie w rozwoju choroby popromiennej. Dlatego bardzo ważne jest prowadzenie badań z maksymalnie oczyszczonymi preparatami białkowymi. W jądrach regenerującej wątroby szczurów najwrażliwszą na promieniowanie jonizujące jest frakcja globulinowa, wyekstrahowana 0,14 M NaCl. W skład tej frakcji wchodzi rybonukleoproteidy i białka o najrozmaitszych właściwościach biologicznych.

Dotąd większość prac była poświęcona badaniu ogólnej ilości grup tiolowych w naświetlonych tkankach, a uwagę zwracano przede wszystkim na stopień i prędkość zmniejszania się ich ilości. Jednak dla ustalenia zależności między badanymi zmianami a rozwojem choroby popromiennej istotna jest prędkość ponownej redukcji grup tiolowych w białkach po naświetleniu. Można przypuszczać, że w biochemii porażenia popromiennego większą rolę będą odgrywać tylko te uszkodzenia, których cofnięcie przebiega dostatecznie wolno. Dlatego badania nie tylko nad zmianami ilości grup tiolowych, lecz również czas ich odtwarzania się wchodzi w zakres zainteresowań autorów.

Badania przeprowadzano na wątrobach szczurów naświetlonych promieniami rentgena (1500 r). Białka frakcji globulinowej otrzymywano z jąder komórek wątroby normalnej i regenerującej. Metodą Wanga¹ otrzymywano trzy frakcje: nukleo-

* E. M. Kedrowa, W. M. Radionow: *Izmienienie sodierżnija tiolowych grupp w bielkach globulinowej frakcji kletocznych jader pieczeni krys, obłuczen-nych rentgenowymi łuczami*, Biochimija, 1969, t. 34, nr 2, s. 340.

¹ Tyng-Yu Wang: Biochim et biophys. Acta, 1961, t. 49, s. 239.

proteidy oraz białka rozpuszczalne w wodzie i w roztworze soli (0,14 M NaCl). Zawartość poszczególnych frakcji w przybliżeniu wynosiła w normalnych i regenerujących wątrobach: nukleoproteidy — 45%, białka rozpuszczalne w wodzie — 30%, białka rozpuszczalne w roztworze soli — 10—15%. W 28,5 godziny po częściowej hepatektomii zawartość grup tiolowych w badanych frakcjach wzrastała. Bezpośrednio po naświetleniu ilość grup — SH w frakcji nukleoproteidowej i białek rozpuszczalnych w roztworze soli wykazała spadek. Jednak po upływie jednej godziny ilość grup tiolowych w frakcji nukleoproteidowej wracała do normy. Natomiast ilość grup tiolowych w frakcji białek rozpuszczalnych w roztworze soli nie wykazała powrotu do normy. Przypuszcza się, że antymitotyczne działanie promieniowania jonizującego związane jest z inaktywacją grup tiolowych w frakcji białek rozpuszczalnych w roztworze soli.

Konstancja Jakutowicz

INHIBITORY OKSYDOREDUKCJI I WOLNE RODNIKI W PROCESACH REGULACJI ROZMNAŻANIA KOMÓREK

Liczne badania ostatnich lat oraz prace własne pozwoliły na wysunięcie hipotezy dotyczącej roli inhibitorów i wolnych rodników w regulacji rozmnażania komórek. Mechanizm ten prawdopodobnie polega na tym, że występuje jedno lub kilka stadiów wolnorodnikowych, od intensywności których zależy proces regulacji wewnątrzkomórkowej. Natomiast intensywność reakcji wolnych rodników zależy od naturalnych inhibitorów lub efektorów. Tak więc procesy metaboliczne, które są związane z rozmnażaniem komórek są regulowane zmianami w ilości naturalnych inhibitorów lub prędkością inicjowania reakcji wolnorodnikowych.

Dla określonego stanu stacjonarnego organizmu, stosunek naturalnych inhibitorów do stężenia wolnych rodników jest wielkością stałą. W wypadku jakiegokolwiek nieswoistego oddziaływania występuje zmiana tego stosunku, co prowadzi do hamowania lub przyspieszania rozmnażania komórek. Można założyć, że w zdrowych organizmach zmniejszenie się ilości inhibitorów i odpowiednie zwiększenie wolnych rodników prowadzi do zahamowania rozmnażania komórek i odwrotnie — zwiększenie ilości inhibitorów przy jednoczesnym zmniejszeniu stężenia wolnych rodników — do przyspieszenia procesów rozmnażania. Innymi słowy można powiedzieć, że podczas reakcji wolnorodnikowych powstają produkty spełniające rolę represorów rozmnażania komórek. Naturalne antyoksydanty oraz syntetyczne preparaty obniżające intensywność reakcji wolnych rodników mogą przyspieszać rozmnażanie komórek.

Ponieważ prace nad naturalnymi inhibitorami są zaawansowane głównie we frakcjach lipidowych, omówimy badania dotyczące aktywności antyoksydatywnej i stężenia wolnych rodników w tych frakcjach. Przez wielkość aktywności antyoksydatywnej będziemy tu rozumieli zdolność lipidów do oddziaływania na chemiluminescencję podczas utleniania kwasu olejowego. We wszystkich tkankach intensywnie dzielących się stwierdzono znaczną zawartość antyoksydantów. I tak np. w szpiku kostnym znajduje się więcej antyoksydantów niż w nerkach. Natomiast intensywność reakcji wolnych rodników we frakcjach lipidowych tych narządów jest odwrotna — największa w wątrobie, a najmniejsza w szpiku kostnym.

W czasie regeneracji po naświetleniu stwierdzono wzrost aktywności antyoksydatywnej frakcji lipidowej z nerek oraz obniżenie szybkości reakcji wolnorodnikowej.

Badając hodowlę *in vitro* rosnącej tkanki normalnej i nowotworowej stwierdzono, że aktywność antyoksydacyjna frakcji lipidowej w tkance nowotworowej jest dwa razy większa niż w tkance normalnej. Odwrotnie jest z aktywnością wolnych rodników. Również zmniejszeniu podczas stresu aktywności enzymatycznej lipidów, w czasie którego wiadomo, że występuje zahamowanie rozmnażania komórek, towarzyszy zwykle zwiększenie nasilenia reakcji wolnorodnikowych. Zawsze tam, gdzie występuje zmniejszenie aktywności proliferacyjnej komórek stwierdzono zmniejszenie ilości naturalnych inhibitorów i zwiększenie intensywności reakcji wolnorodnikowych. Takie zjawiska występują przy porażeniu promieniami, w wypadku działania czynników stressowych (stressorów) oraz w zaawansowanym procesie starzenia.

Dalsze badania wykazały, że dodanie syntetycznych inhibitorów w takich dawkach, przy których działanie syntetycznych inhibitorów sumuje się z działaniem inhibitorów naturalnych, prowadzi do przyspieszenia rozmnażania komórek.

Jak wiadomo, duża ilość nieswoistych czynników wywołuje w organizmie cały szereg swoistych reakcji objętych pojęciem adaptacyjnego syndromu — stresu. Czynniki stressowe wpływają oczywiście na aktywność antyoksydacyjną i intensywność reakcji wolnych rodników oraz na procesy rozmnażania się komórek. Te stressowe zmiany w mechanizmie reakcji wolnych rodników mogą mieć charakter przejściowy, odwracalny (powrót do normy), mogą jednak prowadzić również do innego poziomu autoregulacji metabolizmu. Niektóre jednak czynniki rozkojarzają ten mechanizm, a w konsekwencji prowadzą do uniemożliwienia funkcji regulacyjnej.

Zmianom w mechanizmie wolnych rodników towarzyszą prawdopodobnie różne schorzenia (arterioskleroza, awitaminozy, nowotwory złośliwe). W niektórych przypadkach zmiany te są podstawą klinicznego obrazu schorzenia, w innych przypadkach zmiany te są tłem, na którym rozwija się schorzenie.

Substancje oddziałujące na przebieg reakcji wolnych rodników mogą więc brać udział w regulacji rozmnażania komórek oraz mogą aktywnie wpływać na przebieg choroby.

Rozpatrzmy np. zmiany mechanizmu wolnych rodników w czasie rozwoju nowotworów. Charakterystyczna dla komórek rakowatych nie jest większa prędkość ich rozmnażania się, lecz to, że regulacja komórek rakowatych jest niewłaściwie kontrolowana przez organizm. Możemy założyć, że w przypadku nowotworów złośliwych zmiany w mechanizmie regulacji są nieodwracalne. Można np. stwierdzić, że dopóki nie wystąpiło rozkojarzenie w mechanizmie regulacji rozmnażania komórek, nie można zaobserwować wzrostu komórek rakowatych. Czynniki sprzyjające rozkojarzeniu procesów regulacji wolnorodnikowych przyspieszają powstawanie guzów i tym samym działają jako substancje współrakotwórcze. Bez względu więc na drogi rozwoju nowotworów, w ostatecznym wyniku następują zmiany w procesie autoregulacji rozmnażania komórek, po czym dopiero występuje wzrost guzów. Nie należy jednak sądzić, że zwiększenie jedynie ilości wolnych rodników powoduje występowanie guzów. Zmiana ilości naturalnych inhibitorów i poziomu reakcji wolnych rodników jest warunkiem niezbędnym, lecz nie wystarczającym dla rozwoju jakiegokolwiek schorzenia.

Przedstawiona tutaj hipoteza mechanizmu regulacji reakcji wolnorodnikowych w procesie rozmnażania komórek nie wyklucza innych swoistych regulacji całego szeregu układów komórkowych. Mechanizm reakcji wolnorodnikowych nie zakłada obecności określonych reakcji chemicznych, lecz charakteryzuje jedynie typ reakcji. Cały szereg najrozmaitszych substancji chemicznych może odgrywać rolę wolnych rodników, bądź też rolę inhibitorów reakcji wolnorodnikowych. Wspólnym jednak dla wszystkich tych reakcji jest występowanie wolnej wartościowości

u jednych substancji oraz możliwość wykorzystania tej wolnej wartościowości u innych. Obecność stadiów występowania wolnych rodników w mechanizmie regulacji nie wyklucza innych dróg i innych mechanizmów (jonowych, efektorowych). Jednak już obecnie można stwierdzić wpływ słabych energetycznie stanów wzbudzonych lub wolnorodnikowych — powstałych w organizmie np. drogą nerwową na rozkojarzenie autoregulacji (homeostazy) organizmu lub na jej powrót do normy.

Ustalenie zależności i wzajemnych stosunków tych mechanizmów pozwoli na poznanie zagadnienia regulacji rozmnażania komórek oraz homeostazy organizmu.

Jan Rublewski

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

II MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA NA TEMAT WŁOŚNICY (*TRICHINELLOSIS*)

Przed dziewięciu laty, a więc w 1960 r. odbyła się w Warszawie pierwsza międzynarodowa konferencja na temat włośnicy, zorganizowana z inicjatywy Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego.

Odbycie podobnej konferencji, właśnie w stolicy Polski, tłumaczy się niezbyt dla nas pochlebnym stanem tej inwazji pasożytniczej w naszym kraju. W samej rzeczy Polska, obok Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej „przoduje” zarówno pod względem liczby osób zapadających rokrocznie na tę pasożytniczą chorobę, jak również liczby epidemii obejmujących nierzadko po kilkaset osób.

I chyba słabą jest pociechą, że w niektórych stanach USA co 4—5 mieszkańców przechodzi przez inwazję tego pasożyta, na co wskazują rozległe badania przepon ludzkich zwłok, podczas gdy u nas odsetek zarażonych obywateli jest nikły, gdyż inwazja tych pasożytów zlokalizowana jest głównie w woj. białostockim (gdzie odsetek zarażenia ludności dochodzi do 13%) i części woj. warszawskiego. Wreszcie, jeżeli mamy dalej przeprowadzać analogię między tymi dwoma krajami, to należy nadmienić, że w USA przebieg choroby jest lekki lub zgoła poronny, co pozostaje zapewne w związku z techniką produkcji wyrobów mięsnych („rozcieńczenie” zarażonej sztuki tj. tuszy świni w olbrzymich kombinatach mięsnych w dziesiątkach tysięcy tusz zdrowych), podczas gdy w naszym kraju spożycie niekontrolowanej wieprzowiny lub jej przetworów prowadzi z reguły do ciężkiego schorzenia, kończącego się niekiedy nawet zejściem śmiertelnym.

Już w toku obrad I konferencji okazało się, że rozpowszechnienie pasożyta wywołującego tę chorobę (włosień kręty — *Trichinella spiralis*) jest bardziej rozległe niż to na ogół przypuszczano, że pod tym względem wcale nie najlepsza sytuacja panuje w niektórych republikach ZSRR, a zwłaszcza na Białorusi i Litwie, więcej nawet, dowiedzieliśmy się, że kontynenty uważane dotychczas za wolne od tego pasożyta, przy bliższym zbadaniu, okazały się również zarażone, jakkolwiek uważana dawniej na ogół za klasycznego żywiciela włośnia krętego trzoda chlewna mogła być wolna od tego pasożyta. A więc w wielu krajach pasożyt krąży w „dzikiej naturze” (np. w Afryce, Ameryce Południowej).

A już wręcz sensacją okazało się, że dość intensywnie zarażone są tym pasożytem dzikie zwierzęta w całej Arktyce. W ten sposób odkryto kilkanaście gatunków zwierząt właściwych Arktyce zarażonych włościami, głównie jednak zarażone tam są tymi pasożytami niedźwiedzie i lisy polarne. Z kolei zupełnie dla nas z punktu widzenia epizootologicznego niezrozumiały jest fakt stwierdzenia tego pasożyta u niektórych waleni, a więc ssaków morskich.

To też zainteresowanie samym problemem przeszło oczekiwania samych organizatorów. W I Konferencji wzięło udział bowiem 150 delegatów z kilkunastu krajów Europy, Azji i Ameryki.

Pierwsza konferencja uznała problem włośnicy za dostatecznie ważny, aby stworzyć specjalną komisję, której prezesem honorowym wybrano słynnego helminologa radzieckiego, akademika K. J. Skrjabina, prezesem czynnym prof. W. Stefańskiego, sekretarzem zaś naukowym prof. Z. Kozara. Ponieważ następna konferencja miała się odbyć w USA, dopełniono więc komisję wyborem czynnych w zakresie włośnicy przedstawicieli tego kraju. Ponieważ przewidziany termin konferencji w USA dawno już minął (ustalono ją bowiem na 1963 r.) i nie było widoku na jej szyb-

kie zorganizowanie, podjęło się ponownie tego zadania Polskie Towarzystwo Parazytologiczne, a głównym jej motorem był jeden z najbardziej zasłużonych badaczy włośnicy, prof. dr Zbigniew Kozar.

Druga więc międzynarodowa konferencja na temat włośnicy (trichinellozy) odbyła się we Wrocławiu 26—29 czerwca 1969 r.

Wzięło w niej udział 142 osoby, w tym ponad połowa z różnych krajów, głównie jednak ze Związku Radzieckiego, przeważnie z republik, w których włośnica nie należy do rzadkości. Wygłoszono około 100 referatów opartych na oryginalnych badaniach, z których znaczna część wykonana była przez badaczy polskich, a w szczególności przez Z. Kozara i jego współpracowników.

Nie sposób w tym miejscu omówić nawet części zgłoszonych prac, niech więc wystarczą wymienione poniżej problemy.

I. Biologia włośni i stosunki pasożyt-żywicieli. Problem ten obejmował zagadnienia pochodzenia i filogenetycznego wieku pasożytów, ultrastruktury larwy, histochemii stadiów rozwojowych, migracji larw w układzie krwionośnym i ich rozmieszczenie w mięśniach szczurów, charakterystyki szczepu południowo-afrykańskiego i arktycznego, zależności rozwoju larw od różnych ras myszy, porównania rozwoju tych pasożytów u myszy albinosów i myszy polnych i inne.

II. Mechanizm odporności u żywicieli. Problem ten obejmował badania nad różnymi metodami rozpoznawczymi, serologicznymi, tolerancją immunologiczną, dziedzinieniem tej tolerancji na potomstwo myszy, strukturę antygenową larwy pasożyta, metodami fluorescencji, immunochemią, anafilaksją, histopatologią, uczuleniem żywiciela pod wpływem inwazji tego pasożyta, wpływem inwazji na układ siateczkowo-śródbłonkowy, blokadą układu odpornościowego myszy i jego wpływem na przebieg włośnicy i inne.

III. Mięśniowa faza włośnicy. Mowa tu o patogenezie „włośnicy mięśniowej”, włączając w to histochemiczne zmiany, enzymy larw, dowody przenikania niektórych aminokwasów do otorgnionych włośni metodą autoradiografii, wpływ niektórych leków na włośnię mięśniową, metabolizm larw mięśniowych.

IV. Ogólne zmiany u żywicieli zarażonych włośniami. Mowa tu o zmianach białka, stosunkach między eozynofilią, serotoniną i histaminą, metabolizmie w ostrej postaci włośnicy, typowych zmianach tkanek i aktywności enzymów surowicy w doświadczalnej włośnicy lub włośnicy naturalnej u człowieka, wpływie kory nadnerczy, zawartości acetylocholino w niektórych tkankach zarażonych szczurów.

V. Badania kliniczne i terapeutyczne obejmowały zagadnienia okresu inkubacji włośnicy, zaangażowania w trakcie włośnicy wątroby i zmian w układzie krążenia, elektrokardiografię i inne. Gorącą dyskusję wywołało zagadnienie tzw. włośnicy przewlekłej. Na ogół parazytologzy, opierając się na wymianie, która istnieje pomiędzy otorgnioną w mięśniach larwą i otaczającymi tkankami (co zostało ostatecznie dowiedzione), przyjmują za fakt, że produkty metabolitów larw, dostając się do otaczających tkanek, uczulają organizmy, powodując różnego rodzaju kliniczne objawy, przypisywane często innym schorzeniom (niedomoga mięśnia sercowego, bóle reumatyczne, wysypki itp.) Natomiast część lekarzy, którzy zajmują się tylko kliniką są zdania, że objawy chorobowe włośnicy kończą się z chwilą otoczenia larw włośni łącznotkankową torebką.

Problem VI poświęcony był metodom immunologicznym i innym. Zwracano więc uwagę na sposób przygotowania antygeny, położono nacisk na metodę immuno fluorescencji, jako na metodę bardzo czułą, omawiano metodę termoaglutynacji i inne. Zwłaszcza wartościowe były referaty, w których przeprowadzono obszerne porównawcze badania różnych metod za pomocą jednakowego antygeny. Pod tym względem wybija się praca Z. Kozara i M. Kozarowej. Mniej miejsca zajęły wyniki badań nad metodą śródskórną. Pomijam tutaj inne, znane na ogół metody.

Ostatnim wreszcie problemem (VII) było zagadnienie epidemiologii. Odczytany został przede wszystkim referat Skrjabina, Orłowa i Szichobałowej na temat włośnicy w ZSRR. Był to obszerny referat poświęcony rozmieszczeniu tej robaczycy w poszczególnych republikach Związku Radzieckiego, jak również obrazował stan badań nad włośnicą w ZSRR.

Oprócz powyższego referatu przedstawiciele niektórych republik ZSRR przedstawili szczegółowiej stan epizootologiczny ich krajów (Białoruś, Litwa, Łotwa, Kazachstan). Prócz tego zapoznano się z wynikami badań w Rumunii, na Węgrzech, półwyspie Iberyjskim, Senegal, Afganistanie. Wreszcie jak gdyby na zakończenie, N. B. Łukaszenko z Instytutu Parazytologii Medycznej i Tropikalnej w Moskwie omówił zagadnienie epidemiologii i zapobiegania włośnicy w skali światowej.

Ożywione debaty, prowadzone na tak szeroką skalę dowiodły raz jeszcze, że pomimo dziesiątków badaczy zajmujących się problemem włośnicy z różnych punktów widzenia, problem ten pozostaje nadal aktualny i wymaga nadal wnikliwych badań.

Witold Stefański

I MIĘDZYNARODOWE SYMPOZJUM PALEOETNOBOTANICZNE

W dniach od 14—18.X.1968 r. odbyło się na terenie Czechosłowacji, w Kačina (pow. Kutná Hora) I Międzynarodowe Sympozjum Paleoetnobotaniczne. Głównym organizatorem i zarazem przewodniczącym tego spotkania był dr inż. Z. Tempir, dyrektor Czechosłowackiego Muzeum Rolniczego w Pradze. Projekt zwołania sympozjum powstał wcześniej, mianowicie podczas obrad sekcji paleobotanicznej na VII Międzynarodowym Kongresie Nauk Pre- i Protohistorycznych, który to Kongres obradował w Pradze w 1966 r. Wówczas to postanowiono, że badacze zajmujący się najstarszymi roślinami rolniczymi, a więc paleoetnobotanicy i archeoagrobotanicy, winni się spotkać na oddzielnym posiedzeniu. Jako miejsce przyszłego spotkania wyznaczono wówczas Czechosłowackie Muzeum Rolnicze w Pradze.

Celem obrad I Międzynarodowego Sympozjum było nie tylko nawiązanie stałych kontaktów między specjalistami tego zakresu badań, lecz przede wszystkim przedyskutowanie zagadnień natury metodycznej, nasuwających się przy pracy nad makroskopowymi szczątkami roślin z wykopalisk, a ponadto ustalenie wytycznych do dalszej działalności.

Udział w Sympozjum wzięli czołowi przedstawiciele tej dyscypliny: z Czechosłowacji — Z. Tempir, F. Kühn; z Holandii — W. van Zeist; z Węgier — A. Patay; z NRF — K. Behre, M. Hopf, K. H. Knörzer, U. Willerding i inni. Polskę reprezentowały dwie osoby: W. Giźbert i M. Klichowska.

Każdy z uczestników wygłosił krótki referat lub komunikat. Część prelekcji dotyczyła ogólnych sprawozdań z prac przeprowadzonych dotychczas w danym kraju. Pozostałe zaś referaty obejmowały zagadnienia metodyczno-problemowe. Interesująca dyskusja nad poruszoną w referatach problematyką dała niezwykle owocne wyniki; pozwoliła na konfrontację osiągnięć poszczególnych badaczy w omawianej dziedzinie badań oraz na ustalenie wytycznych programowych dla ich przyszłej współpracy. Końcowe wyniki obrad ujęte zostały w oddzielnym sprawozdaniu, ogłoszonym w *Acta Museorum Agriculturae*, 1—2 Pragae, 1968 s. 45—76.

Uczestnicy mieli również możliwość zapoznać się z bogatymi zbiorami Muzeum Rolniczego w Kačina, zwiedzili ponadto dwa Muzea w Kutnej Horze oraz nowocześnie urządzoną stację archeologiczną w Bylanach.

Poniżej przedstawię pokrótce treść referatów, a na zakończenie najważniejsze postulaty z obrad sympozjum.

1. Referaty o treści metodyczno-problemowej

W. van Zeist (Groningen) w referacie: „Kilka pobieżnych uwag dotyczących praktycznych problemów” podzielił się spostrzeżeniami dotyczącymi praktycznego przedstawienia i porównywania różnorodnych wyników pomiarów przeprowadzonych na ziarnie zbożowym z wykopalisk. Z braku jednolitego systemu w pracach tego rodzaju autor proponuje wprowadzenie obliczeń 3 wskaźników (indeksów), mianowicie:

cie: $\frac{\text{dłg.}}{\text{szer.}}$, $\frac{\text{grub.}}{\text{szer.}}$ i $\frac{\text{dłg.}}{\text{grub.}}$, przy czym obliczenia należy przeprowadzać na co najmniej

50 ziarnach. W. van Zeist jest zdania, że graficzne przedstawienie frekwencji (częstotliwości) ziaren w danych klasach wielkości daje „bardziej kompletny obraz wariantów („odmian”) w obrębie ziaren odnośnej próbki”. Referent zaprezentował kilka tabel z histogramami, wykreślonymi dla 2 pierwszych wskaźników oraz długości ziarna neolitycznej pszenicy i jęczmienia. Odnośnie do trzeciego wskaźnika

$\frac{\text{dłg.}}{\text{grub.}}$ autor oczekiwał głosów w dyskusji. Uczestnicy obrad uznali, że to metodyczne

ne novum wymaga praktycznego zastosowania, które z kolei pozwoliłoby na zajęcie stanowiska w tej kwestii.

Z. Tempir (Praga) przedstawił: „Istotne kryteria, które winny być uwzględniane w pracach nad archeologicznymi znaleziskami szczątków roślin uprawnych i chwastów”.

Zdaniem referenta opracowania tego typu winny zawierać przede wszystkim: 1) dokładne dane dotyczące znaleziska (stanowiska) oraz próbki, 2) bibliografię związaną ze stanowiskiem, 3) dokumentację fotograficzną.

U. Willerding, (Göttingen) podał przyczynki do syntetycznego opracowania prehistorycznych szczątków roślin uprawnych, zadania i problemy.

Prelegent przedstawił bardzo szczegółowo ogólne potrzeby nasuwające się przy opracowywaniu szczątków roślinnych z wykopalisk. Wskazał też na kryteria, których należy się trzymać w naszych pracach badawczych. Referat nawiązał m. in. do ogólnych założeń sympozjum oraz do danych przedstawionych już przez Z. Tempira z Pragi.

K. H. Knörzer (Neuss) w referacie pt. „Użytkowe rośliny dziko rosnące w okresie prehistorycznym” wskazał na wstępie na las, który był źródłem uzupełniania pożywienia dla prehistorycznego człowieka. Następnie na podstawie literatury przedstawił wykaz gatunków roślin użytkowanych przez człowieka, po czym przytoczył podział ich na kilka grup, mianowicie na gatunki dostarczające: 1) mąki i oleju, 2) warzyw i sałat, 3) przypraw, 4) owoców soczystych, 5) orzechów i owoców suchych.

M. Hopf (Mainz) w referacie pt. „*Vicia faba* L.” przedstawiła dane według 18 autorów (od 1865 do 1968 r.) dotyczące przed- i wczesnohistorycznych znalezisk bobu. Po czym przeprowadziła na tej podstawie rozważania odnośnie do praojczyzny, współczesnych form dzikich, pokrewieństwa z innymi gatunkami rodzaju *Vicia*, rozprzestrzenienia się itp.

Fr. Kühn (Brno) przedstawił referat na temat: „Przyczynek do morfologii kłosa i ziaren u prehistorycznych pszenic”, wskazał na zmiany morfologiczne ziaren *Triticum aestivum* i *Triticum aestivum* ssp. *compactum*, którym ulegają pod wpływem prażenia i zwęglania ziarna tych pszenic.

W drugim referacie, który dotyczył znaleziska zwęglonych nasion z współczesnej uprawnej warstwy gleby autor omówił znalezione przez siebie, bardzo dobrze zachowane, zwęglone ziarno zboża i nasiona innych gatunków, które wydobyto z uprawnych warstw gleby na współczesnym polu.

M. Follieri (Rzym) w nadesłanym referacie dotyczącym botanicznych badań drewna przydatnych dla archeologii wysunęła postulat ujednolicenia metod badań drewna i wyrobów drewnianych na terenie międzynarodowym. Wyniki tych badań winny być potwierdzone dokumentacją fotograficzną i publikacją ich w czasopiśmie specjalistycznym.

2. Referaty o treści sprawozdawczej

A. Pata y (Budapeszt) omówił katalog znalezisk archeologicznych nasion i owoców na Węgrzech oraz prace archeologiczne w węgierskim Muzeum Rolniczym w Budapeszcie.

Odnosnie do projektu katalogu, autor zakomunikował, że prace te dotyczą 100-letnich zbiorów archeologicznych nasion i owoców zgromadzonych w muzeum w Budapeszcie i na prowincji. W tym celu rozpoczęto badania obejmujące wszystkie dotychczasowe znaleziska pochodzące z terenu Węgier od okresu neolitycznego do XVIII w. W związku z tym dokonano już rewizji chronologicznej wielu starych stanowisk, co w rezultacie doprowadziło często do innego zaszeregowania ich pod względem datowania.

W ramach bieżących prac archeobotanicznych rozpoczęto wszechstronne badania nad nasionami i owocami roślin sadowniczych. Pierwsze prace z tej dziedziny dotyczyły winorośli i to zarówno *Vitis vinifera* L. jak i *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* Gmel.

K. E. Behre (Wilhelmshaven) przedstawiając: „Badania botaniczne wykopalisk archeologicznych na północnym obszarze nadmorskim” zreferował szczegółowo wyniki badań przeprowadzonych na czterech wykopaliskach z obszaru nadmorskiego, mianowicie: w Boomborg/Hatzum, Feddersen Wierde, Elisenhof oraz Haithabu.

M. Klichowska (Poznań) przedstawiła wyniki badań paleoetnobotanicznych w Polsce, w których omówiła zarys 50-letnich badań, spośród których szerzej potraktowała okres ostatniego 20-lecia, a więc okres szczególnego rozwoju prac naukowo-badawczych związanych z intensyfikacją badań archeologicznych w naszym kraju po drugiej wojnie światowej.

Ogółem przebadano dotychczas w Polsce szczątki roślinne pochodzące z 290 wykopalisk. Stanowiska te zaprezentowała prelegentka przy pomocy dużej, barwnej mapy.

W czasie trwania sympozjum przeprowadzono dyskusję nad projektem map dotyczących historycznego rozprzestrzeniania się roślin zbożowych, strączkowych, winorośli, oliwki europejskiej itp. nadesłanych przez J. J. Hemardinquera z Paryża. Mapy te są przeznaczone do atlasu historycznego. W dyskusji wykazano, że zaprojektowane mapy zawierają pewne nieścisłości i pominięcia dotyczące niektórych krajów europejskich, między innymi także Polski. Nie wydaje się również słusznym łączenie wszystkich gatunków pszenic w jeden rodzaj *Triticum* L.

Na zakończenie obrad ustalono postulaty głównie natury metodycznej, jak również organizacyjnej, z których przedstawię najważniejsze:

1. W celu wykreślenia map rozprzestrzeniania się najważniejszych roślin uprawnych w starożytności — każdy paleoetnobotanik opracowuje je dla gatunków ze swego kraju dołączając wszelkie objaśnienia szczegółowe.

2. Jako pomoc przy oznaczaniu i celem ujednolicenia nomenklatury gatunków zostaną przygotowane klucze dla nasion i owoców. W pierwszym etapie przewidziano je dla roślin uprawnych.

3. Zaprojektowano założenie w przyszłości centralnego archiwum paleoetnobotanicznego.

4. Dalsze kontakty i współpraca kontynuowane będą jako „IAP” czyli „Internationale Arbeitsgemeinschaft für Palaeoethnobotanik” (International Work Group for Paleoethnobotany).

5. Dalsze międzynarodowe sympozja będą się odbywały co trzy lata.

Melania Klichowska

SYMPOZJUM Z ZAKRESU GENETYKI POPULACJI

(Kraków dnia 5—6 grudnia 1969)

W dniach 5 i 6 grudnia 1969 r. odbyło się w Krakowie sympozjum poświęcone genetyce populacji. Z inicjatywy Polskiego Towarzystwa Genetycznego i na jego prośbę, organizacji sympozjum podjęła się Katedra Ogólnej Hodowli Zwierząt Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, kierowana przez doc. dr hab. Z. Stalińskiego. Do udziału w sympozjum zaproszono przedstawicieli tych wszystkich dyscyplin biologicznych, w których badawczo uprawiana jest genetyka populacji.

W trakcie sympozjum wygłoszono cztery referaty oraz szereg doniesień. W pierwszym dniu referaty wygłosili prof. dr T. Ruebenbauer i dr A. Łomnicki. Referat prof. Ruebenbauera dotyczył zastosowań genetyki populacji w hodowli zbóż. Zawierał on zarówno interesujący przegląd zastosowań genetyki populacji w hodowli zbóż, jak również obszernie omówienie własnej modyfikacji metody Petkus w hodowli żyta. Podkreślono znaczenie wielkości współczynnika korelacji genotyp-fenotyp (odziedziczalność) w osiąganiu postępu genetycznego. Postęp ten jest również uzależniony od sposobu działania genów, a szczególnie wariacji genetycznej addytywnej i dominacyjnej. Mimo olbrzymiej ostrości selekcji praktykowanej w hodowli zbóż, możliwości osiągania na tej drodze długofalowego postępu genetycznego są ograniczone.

Referat dr Łomnickiego poświęcony był omówieniu węzłowych problemów genetycznych wiążących się z populacjami zwierząt wolno żyjących. Autor omówił zagadnienia dostosowania organizmów do środowiska oraz definicje dostosowania oparte o miary przyrostu naturalnego i pojemność siedliska. Następnie zwrócono uwagę na znaczenie genetyki populacji jako dyscypliny podstawowej w ewolucjonizmie teoretycznym i taksonomii roślin i zwierząt. Na koniec rozpatrzono rolę genetyki populacji przy wyjaśnianiu niektórych zjawisk biologicznych obejmujących całe populacje.

W drugim dniu sympozjum doc. dr hab. M. Radomska wygłosiła referat o zagadnieniach postępu hodowlanego. Głównym akcentem referatu była problematyka postępu hodowlanego uzyskiwanego w Polsce. Przedstawiono ją na tle aktualnych teorii genetycznych i światowych osiągnięć w tym zakresie. Mimo uzyskania w okresie powojennym dużych postępów w podnoszeniu produktywności zwierząt, zdaniem autorki, wyniki nie są zadowalające, ponieważ zawdzięczamy je głównie poprawie warunków środowiskowych. Sam postęp genetyczny jest prawdopodobnie niski, co wynika z braku szerszego rozpowszechnienia i stosowania nowoczesnych metod hodowli i selekcji. Tak na przykład badania poświęcone intensywności selekcji u owiec wykazały, że w większości stad natężenie jej jest znikome lub nie jest ona w ogóle praktykowana. Nieco lepsza sytuacja panuje w tym zakresie w hodowli drobiu i trzody chlewnej. W sumie hodowla zwierząt gospodarskich w Polsce pod względem osiąganego postępu genetycznego odbiega na niekorzyść od poziomu nowoczesnej hodowli światowej.

Na zakończenie dr Żarnecki i doc. Staliński przedstawili referat metodyczny o odziedziczalności, jej założeniach i metodach szacowania. W genetyce ilościowej odziedziczalność jest parametrem często oszacowywanym i stosowanym w praktyce. Autorzy podjęli ten temat ze względu na to, że przy wzrastającej liczbie oszacowań dla populacji krajowych, nie zawsze są przestrzegane podstawowe założenia metodyczne z zakresu genetyki i statystyki. Odziedziczalność otrzymana w oparciu o fałszywe metodycznie przesłanki czyni ten parametr bezużytecznym lub wręcz wprowadzającym w błąd. W referacie omówiono m. in. genetyczne i statystyczne podstawy metod szacowania odziedziczalności, przydatność tych metod w zależności od charakteru danych, ocenę błędów standardowych odziedziczalności oraz możliwości optymalnego planowania układów doświadczalnych w tym zakresie.

W ciągu dwóch dni trwania sympozjum wygłoszono szereg doniesień, które dotyczyły populacji roślinnych, ludzkich i zwierzęcych. W kolejności przedstawiono następujące doniesienia: prof. dr J. Szweykowski — „Międzypopulacyjna zmienność u turzycy piaskowej (*Carex arenaria* L.)”, mgr M. Krzakowa — „Zmienność w populacjach haplodiplontów na przykładzie 2 gatunków rodzaju *Pleuroclada* w Tatrach”, mgr Z. Mazurkiewicz — „Metody analizy populacji odmianowej u marchwi i cebuli”, prof. dr J. Kobiela — „Przegląd badań populacyjnych nad zróżnicowaniem genetycznie uwarunkowanych układów grupowych, krwinkowych i białek surowicy ludności Polski południowej”, doc. dr B. Turowska — „Badania nad dziedziczeniem enzymów występujących u człowieka”, doc. dr K. Jaegermann — „Układ grupowy lipoproteidów surowicy ludzkiej”, lek. J. Kołodziej — „Zróżnicowanie populacji polskiej w zakresie układu Lewis”, dr W. Gawrzewski i dr F. Trela — „O dziedziczeniu esterazy cholinowej kwaśnej i alkalicznej fosfatazy”, dr U. Grodecka — „Genetycznie uwarunkowane allotypowe układy — γ globulinowe u królików”, mgr T. Sławiński — „Fenotypowe zależności między laktacyjnym wpływem matki a wzrostem myszy laboratoryjnych”, doc. dr A. Knothe — „Charakterystyka genetyczna stada przepiórek japońskich”, mgr R. Reutt i dr S. Wężyk — „Wyniki obukierunkowej selekcji zwrotnej przy użyciu kur rasy Leghorn i New Hampshire z ZZD Pawłowice”, doc. dr M. Radomska, mgr M. Moraczewska-Konarska — „Odziedziczalność niektórych cech użytkowych u owiec rasy merynos polski w stadzie POHZ Lubiana”, doc. dr A. Knothe — „Badania nad stadem zamkniętym owiec rasy cygaj”, dr A. Żarnecki — „Wpływ liczby ojców na oszacowanie odziedziczalności metodą ojcowskiego półrodeństwa w populacjach symulowanych”, doc. dr Z. Staliński, dr A. Żarnecki, dr J. Szarek i dr A. Gubrynowicz — „Optymalny postęp genetyczny w sztucznie unasienianej populacji bydła nizinnego czerwono-białego. Część II. Zmienna liczba matek”.

Przedstawiona problematyka miała jak widać nieco wyrwykowy charakter i wystąpiły dysproporcje w reprezentacji poszczególnych dyscyplin biologicznych. Stosunkowo najliczniej była reprezentowana genetyka populacji zwierząt domowych. Równie liczna grupa doniesień dotyczyła badań nad układami grupowymi, krwinkowymi, białkami i enzymami surowicy krwi przedstawionymi głównie przez Zakład Medycyny Sądowej AM w Krakowie. Przyczyną tego stanu rzeczy było prawdopodobnie z jednej strony zbyt późne ogłoszenie terminu sympozjum w okresie wakacyjnym oraz pewna dominacja środowiska krakowskiego, na terenie którego sympozjum miało miejsce. Z drugiej strony trudno nie odnieść wrażenia, że genetyka populacji nie jest jeszcze dyscypliną, która uzyskiwała właściwe miejsce i rangę w naukach biologicznych w Polsce. Przyczyny tego stanu rzeczy leżą zarówno w późnym starciu tej dziedziny w Polsce, jak również w brakach w szkoleniu pracowników naukowych i studentów. Uprawianie genetyki populacji wymaga bowiem pewnego przygotowania matematyczno-statystycznego. Dlatego też, na zakończenie sympozjum, w trakcie ogólnej dyskusji, podkreślano celowość kontynuowania tego

rodzaju spotkań w przyszłości, aby stworzyć możliwość dyskusji, wymiany poglądów i doświadczeń między różnymi dyscyplinami, w których uprawiana jest genetyka populacji. Sympozjum wywołało poważne zainteresowanie, bowiem w ciągu obu dni obradom przysłuchiwało się po ponad 120 osób. Wynika to z faktu, że bez względu na szybki rozwój innych, bardziej może spektakularnych działów genetyki, wszyscy zajmujący się badaniem populacji, analizowaniem ich składu, zmienności i ewolucji oraz praktyczną działalnością hodowlaną muszą nawiązywać do genetyki populacji.

Andrzej Żarnecki

СОДЕРЖАНИЕ

Международная биологическая программа в мире и в Польше (генезис и перспективы)	233
Эльжбета Мицкевич — Основы теории природопользования	255
Ян Михейда — Молекулярная организация структуры и функции	267
Я. Мовшович — О центральных и боковых пролиферациях у цветов и соцветий	291
Адам Ломницки — Некоторые проблемы генетики сводных популяций животных	299
Рената Чоловска — Проблема половой линии у бесхвостных амфибий (Anura)	311

РЕЦЕНЗИИ

Стефан Солтысык — Ежи Конорски: интеграционная деятельность мозга	321
Ксаверы Ровински — Д. Е. Гродзенски: Радиобиология	325
Якуб Мовшович — О некоторых изданиях библиотечки „Kosmos — Studienbücher”	329
Якуб Мовшович — Осмотр библиотечки „Neumann Verlag”	330
Якуб Мовшович — О библиотечке „Die Neue Brehm-Bücherei”	331
Веслав Романовски — J. V. G. Durnin i R. Passmore: Энергетика труда и отдыха	332

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

Констанция Якутович — О моделировании механизма генерации дыхательного ритма; Констанция Якутович — ЭПР метаболизирующих митохондрий при работе III пункта фосфорилирования; Констанция Якутович — Исследование глобулинов семян хлопчатника электрофорезом в полиакриломидном геле и хроматографией на DEAE-целлюлозе; Констанция Якутович — Определение молекулярных весов некоторых ферментных и неферментных белков бактериальных мембран методами радиационной инактивации и дискэлектрофореза; Констанция Якутович — Исследование растворимых белков серицинового и фиброинового отделов шелкоотделительной железы тутового шелкопряда методом электрофореза в полиакриломидном геле; Констанция Якутович — Хемилюминесценция связанная с синтезом перекисей липидов в биологических мембранах. II. Роль Fe^{-2+} в окислении и слабой люминесценции; Констанция Якутович — Конформация комплексов трипсина и фосфолипидов; Констанция Якутович — Зависимость содержания нуклеиновых кислот в зародышах семян яровых сортов пшеницы от места выращивания; Констанция Якутович — Липиды регенерирующей печени крыс; Констанция Якутович — Изменения содержания тиоловых групп в белках глобулиновой фракции клеточных печени крыс, облученных рентгеновыми лучами; Ян Рублевски — Ингибиторы окисляющие и свободные радикалы в процессах регулирования размножения клеток	335
--	-----

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ

Витольд Стефаньски — II Международное Совещание по трихинеллезу	349
Мелияния Кликховска — I Международный Палеонтоботанический Симпозиум	351
Анджей Жарнецки — Симпозиум по вопросам популяционной генетики	354

CONTENTS

The International Biological Programme in the world and in Poland (genesis and perspectives)	233
<i>Elżbieta Mickiewicz</i> — Theoretical fundamentals of science on the protection of nature	255
<i>Jan W. Michejda</i> — Integration of structure and function on the molecular level	267
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Central and lateral proliferations of the flowers and inflorescences	291
<i>Adam Łomnicki</i> — Selected problems of genetics of the natural animal populations	299
<i>Renata Czołowska</i> — The problems of the germinal line in anuran <i>Amphibia</i>	311

BOOK REVIEW

<i>S. Stefan Soltysik</i> — Jerzy Konorski: The integrative function of the brain, Polish Scientific Publishers, Warsaw, 1969	321
<i>Ksawery Rowiński</i> — D. E. Grodzieński: Radiobiology. Polish Scientific Publishers, Warsaw, 1969	325
<i>Jakub Mowszowicz</i> — A brief review of some of the issues of „Kosmos-Studienbücher”	329
<i>Jakub Mowszowicz</i> — The Review of the „Neumann Verlag”	330
<i>Jakub Mowszowicz</i> — The Review of „Die Neue Brehm — Bücherei”	331
<i>Wiesław Romanowski</i> — J. V. G. Durnin and R. Passmore: Energetics of the work and rest, Polish Scientific Publishers, 1969	332

SCIENTIFIC CHRONICLE

Konstancja Jakutowicz — Modelling of respiratory rhythm oscillation mechanism; *Konstancja Jakutowicz* — EPR of metabolising mitochondria during the operation of the III phosphorylating site; *Konstancja Jakutowicz* — Investigation of globulins from cotton seeds by means of electrophoresis in polyacrylamide gel and chromatography on DEAE-cellulose; *Konstancja Jakutowicz* — Determination of molecular weight of some enzyme and nonenzyme proteins of bacterial membrane radiation inactivation and disk-electrophoresis; *Konstancja Jakutowicz* — Investigation of soluble proteins of sericin and fibroin sections of the silk-secreting gland of chinese silkworm (*Bombyx mori*) employing electrophoresis in polyacrylamide gel; *Konstancja Jakutowicz* — Chemiluminescence linked with the synthesis of lipid peroxides in biological membranes. II. The role of Fe^{2+} in the process of oxidation and weak luminescence; *Konstancja Jakutowicz* — The durability of conformation of trypsin-phospholipid complexes; *Konstancja Jakutowicz* — Effect of the region of cultivation on the nucleic acid content in seed

germs from summer strains of wheat; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Lipids from the regenerating rat liver; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Changes in the content of thiol groups in proteins of globulin fraction of cell nuclei from the liver X-irradiated rats; <i>Jan Rublewski</i> — Inhibitors of oxyreduction and free radicals in the regulation processes of cell reproduction	335
---	-----

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

<i>Witold Stefański</i> — The 2nd International Conference on trichinosis (<i>Trichinellosis</i>)	349
<i>Melania Klichowska</i> — The 1st Palaeoetnobotanical Symposium	351
<i>Andrzej Zarnecki</i> — Symposium on the genetics of population	354

SPIS TREŚCI

Międzynarodowy Program Biologiczny na świecie i w Polsce (geneza i perspektywy)	233
Elżbieta Mickiewicz — Teoretyczne podstawy nauki o ochronie przyrody	255
Jan W. Michejda — Integracja struktury i funkcji na poziomie molekularnym	267
Jakub Mowszowicz — Zjawisko proliferacji, czyli przerastania środkowe i boczne, występujące w kwiatach i w kwiatostanach	291
Adam Łomnicki — Wybrane zagadnienia genetyki wolno żyjących populacji zwierząt	299
Renata Czołowska — Problemy linii płciowej u płazów bezogonowych (<i>Anura</i>)	311

RECENZJE

S. Stefan Soltysik — Jerzy Konorski: Integracyjna działalność mózgu, Warszawa, PWN, 1969	321
Ksawery Rowiński — D. E. Grodzieński: Radiobiologia, Warszawa, PWN, 1969	325
Jakub Mowszowicz — Krótki przegląd niektórych pozycji biblioteczki „Kosmos-Studienbücher”	329
Jakub Mowszowicz — Przegląd biblioteczki „Neumann Verlag”	330
Jakub Mowszowicz — Przegląd biblioteczki „Die Neue Brehm — Bücherei”	331
Wiesław Romanowski — J. V. G. Durnin i E. Passmore: Energetyka pracy i wypoczynku, PWN, 1969	332

KRONIKA NAUKOWA

Konstancja Jakutowicz — Model powstawania mechanizmu rytmu oddechowego; *Konstancja Jakutowicz* — Sygnały EPR metabolizujących mitochondriów w czasie aktywności III punktu fosforylowania; *Konstancja Jakutowicz* — Badania nad globulinami nasion bawełny za pomocą elektroforezy w żelu poliakrylowym i chromatografii na DEAE- celulozie; *Konstancja Jakutowicz* — Oznaczanie ciężarów cząsteczkowych niektórych białek enzymatycznych i nieenzymatycznych bakteryjnych biał komórkowych za pomocą inaktywacji przez napromieniowanie i elektroforezy w żelu akrylowym; *Konstancja Jakutowicz* — Badanie rozpuszczalnych białek gruczołu przedniego części serycynowej i fibroinowej u *Bombyx mori* za pomocą elektroforezy w żelu akrylowym; *Konstancja Jakutowicz* — Chemiluminescencja połączona z syntezą nadtlenu lipidowych w błonach biologicznych. II. Rola Fe^{2+} w łańcuchowym procesie utleniania oraz słabej luminescencji; *Konstancja Jakutowicz* — Trwałość konformacji trypsyny w połączeniu z fosfolipidami; *Konstancja Jakutowicz* — Zależność między zawartością kwasów nukleinowych w zarodkach ziarna odmian pszenicy jarej od położenia geograficznego jej wysiewu; *Konstancja Jakutowicz* — Lipidy w regene-

rującej wątrobie szczurów; *Konstancja Jakutowicz* — Zmiany w ilości grup tiolowych w białkach frakcji globulinowej jąder wątroby szczurów po naświetleniu promieniami rentgena; *Jan Rublewski* — Inhibitory oksydoredukcji i wolne rodniki w procesach regulacji rozmnażania komórek

335

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Witold Stefański</i> — II Międzynarodowa Konferencja na temat włośnicy (<i>Trichinellosis</i>)	349
<i>Melania Klichowska</i> — I Międzynarodowe Sympozjum Paleoetnobotaniczne	351
<i>Andrzej Żarnecki</i> — Sympozjum z zakresu genetyki populacji	354

Inquiries and orders with regard to all Polish scientific periodicals
should be addressed to:

- | | |
|----------------------------|--|
| AUSTRALIA | — Contal, Co 94, Elizabeth Street, Melbourne C 1 |
| AUSTRIA | — Verlags- und Kommissionsbuchhandlung Rudolf Fischl, Wien 1
Schönlaterngasse 13 |
| BELGIUM | — Du Monde Entier, 5 Place St. Jean, Bruxelles 1 |
| BRASIL | — Editorial Vitória Limitada, Rua Juan Pablo Duarte 50 sobrado,
Caixa Postal 165 CZ-OO, Rio de Janeiro |
| CANADA | — S. Proszowski, 722, Queen Street W. Toronto 3, Ontario |
| DENMARK | — Ejnar Munksgaard Ltd., Prags Boulevard 47, Copenhagen S |
| ENGLAND | — Blackwell's, Broad Street, Oxford |
| FEDERAL GERMAN
REPUBLIC | — Kubon und Sagner, 8 München 34, Schliessfach 68 |
| FINLAND | — Akateeminen Kirjaksuppa: Keskuskatu 2, Helsinki |
| FRANCE | — La Boutique Polonaise, 25, Rue Drouot, Paris IXe |
| THE NETHERLANDS | — Meulenhoff and Co., N.V., Beulingstraat 2, P.O. Box 197
Amsterdam C |
| ITALY | — Libreria Commissionaria Sansoni, S.P., Via Gino Capponi 26,
Firenze, Casella Postale 552 |
| JAPAN | — „Nauka” Ltd., 2, Kanda-Zinbocho, 2-Chome, Chiyoda-Ku, Tokyo |
| NORWAY | — Narvesens Litteratur Tjeneste, P.O. Box 115, Oslo |
| SWITZERLAND | — Pinkus and Co., Zürich 1, Froschaugasse 7 |
| SWEDEN | — Ab Nordiska Bokhandeln, Drottninggatan 7—9, Stockholm 1 |
| U.S.A. | — Stechert-Hafner, Inc., 31, East 10th Street, New York 3, N.Y.
— Fam Book Service, 69 Fifth Avenue-Suite 8 F, New York 3, N.Y. |

or direct to:

Export and Import Enterprise „RUCH”
Warszawa, ul. Wilcza 46, POLAND
our bankers: Bank Handlowy w Warszawie S.A.

Tylko prenumerata zapewni
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Zamówienia przyjmują:

- Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch”, Warszawa
ul. Wronia 23, konto PKO nr 1-6-100.020.
- Urzędy pocztowe i listonosze.
- Oddziały i Delegatury „Ruchu”.

Prenumerata: roczna zł 90,—
półroczna zł 45,—

Zamówienia przyjmowane są do dnia 10 miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty. Bieżące numery można nabywać lub zamówić w księgarniach „Domu Książki” oraz w Ośrodku Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych Polskiej Akademii Nauk — Wzorcownia Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

Egzemplarze archiwalne można nabywać także w punkcie wysyłkowym Prasy Archiwalnej „Ruch”, Warszawa, ul. Nowomiejska 15/17, Konto PKO nr 114-6-700041
VII O/M Warszawa.

Prenumerata zagraniczna

- Koszt prenumeraty ze zleceniem wysyłki za granicę wynosi o 40% drożej.
- Zamówienia dla zagranicy przyjmuje Biuro Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch”, Warszawa, ul. Wronia 23, tel. 20-46-88, konto PKO nr 1-6-100.024.

All inquiries regarding delivery terms of Polish scientific periodicals should be directed to: Export - Import Enterprise „Ruch”, ul. Wilcza 46,
Warszawa 1 — Poland

Prices and contents of current issues of scientific periodicals are stated in a special bulletin „Polish Scientific Periodicals” which is to be found in Scientific Libraries and major distributing firms in your country.

Kosmos A. R. XIX z. 3, s. 233—362, maj—czerwiec, Warszawa 1970.

Indeks 36417